

Avril 2024

# Suivi Environnemental ICPE

PARC ÉOLIEN DE KERDROUALLAN

COMMUNE DE SAINT-GILDAS (22)

SUIVI DE L'ANNEE 10 D'EXPLOITATION (2023)

## Maître d'ouvrage

Parc éolien de Kerdrouallan

## Étude réalisée par :

Encis Environnement

Dans le cadre de l'article 9 de l'arrêté ICPE du 22 juin 2020 modifiant les prescriptions de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011, relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, les exploitants des parcs éoliens doivent tenir à disposition de l'inspection des ICPE un suivi environnemental.

Pour chaque parc éolien, le rapport de suivi environnemental remis à l'inspection des installations classées sera composé de tout ou partie des quatre suivis suivants en fonction des spécificités du site :

- Suivi de l'évolution des habitats naturels
- Suivi de l'activité de l'avifaune (oiseaux nicheurs, migrants et hivernants)
- Suivi de l'activité des chiroptères
- Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Le bureau d'études ENCIS Environnement a été missionné par la société Energiequelle GmbH pour réaliser ce suivi environnemental ICPE en 2023 pour la dixième année d'exploitation après la mise en service du parc en octobre 2013.

Après avoir précisé la méthodologie utilisée et ses limites, ce dossier présente les résultats des différents suivis.

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Cadre général de l'étude .....</b>	<b>5</b>
1.1	Maître d'ouvrage – exploitant .....	6
1.2	Auteurs de l'étude .....	6
1.3	Présentation du parc éolien étudié.....	7
1.4	Cadre règlementaire de l'étude de suivi environnemental pour les projets éoliens .....	9
1.5	Les impacts potentiels d'un parc éolien en fonctionnement sur le milieu naturel .....	12
1.5.1	Avifaune .....	12
1.5.2	Chiroptères.....	18
<b>2</b>	<b>Méthodes utilisées .....</b>	<b>33</b>
2.1	Méthodologie et démarche générale .....	34
2.2	Suivi d'activité des chiroptères.....	36
2.2.1	Objectif et paramètres à prendre en compte.....	36
2.2.2	Méthodologie et pression d'inventaire.....	36
2.2.3	Calendrier des inventaires .....	41
2.3	Suivi de la mortalité sur l'avifaune et les chiroptères .....	42
2.3.1	Principes et objectif .....	42
2.3.2	Protocole utilisé .....	43
2.3.3	Déclaration d'incident faune volante .....	45
2.3.4	Détermination du statut biologique .....	45
2.3.5	Méthodes d'estimation de la mortalité .....	46
2.4	Limites des méthodes utilisées et difficultés rencontrées .....	52
2.4.1	Limites des méthodes employées.....	52
2.4.2	Difficultés rencontrées .....	53
<b>3</b>	<b>Résultats et analyse du suivi d'activité des chiroptères .....</b>	<b>55</b>
3.1	Bilan des connaissances de l'étude d'impact .....	56
3.2	Suivi de l'activité des chiroptères en 2023.....	57
3.2.1	Suivi ultrasonique automatique permanent en nacelle .....	57
3.2.2	Synthèse des résultats du suivi comportemental des chiroptères en nacelle .....	67
3.3	Bilan et comparaison avec l'étude d'impact et les suivis ICPE .....	68
3.3.1	Diversité spécifique .....	68
3.3.2	Activité recensée.....	69
3.4	Principaux éléments à retenir du suivi ICPE .....	70
<b>4</b>	<b>Résultats du suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères .....</b>	<b>71</b>
4.1	Résultats des tests et paramétrage des méthodes d'estimation.....	72
4.1.1	Durée moyenne de l'intervalle.....	72
4.1.2	Efficacité du chercheur .....	72
4.1.3	Persistance des cadavres .....	72
4.1.4	Surfaces prospectées et correction surfacique.....	73
4.2	Mortalité de l'avifaune.....	74
4.2.1	Bilan des connaissances sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien .....	74
4.2.2	Bilan des connaissances de l'étude d'impact.....	77
4.2.3	Résultats globaux du suivi de l'avifaune en 2023 .....	77
4.2.4	Résultats saisonniers .....	80

4.2.5 Résultats spatialisés par éolienne .....	81
4.2.6 Causes potentielles de la mortalité engendrée sur le parc éolien .....	83
4.2.7 Incidences spécifiques du parc éolien sur l'avifaune .....	84
4.2.8 Comparaisons des données de 2023 avec celles de 2016.....	87
4.2.9 Synthèse .....	91
<b>4.3 Mortalité des chiroptères .....</b>	<b>92</b>
4.3.1 Bilan des connaissances sur la mortalité des chiroptères liée à l'éolien .....	92
4.3.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact.....	97
4.3.3 Résultats globaux du suivi des chiroptères en 2023 .....	97
4.3.4 Résultats saisonniers .....	100
4.3.5 Résultats spatialisés par éolienne .....	102
4.3.6 Causes potentielles de la mortalité engendrée sur le parc éolien .....	104
4.3.7 Incidences spécifiques du parc éolien sur les chiroptères .....	106
4.3.8 Comparaisons des données de 2023 avec celles de 2016.....	108
4.3.9 Synthèse .....	112
<b>5 Mesures correctrices.....</b>	<b>113</b>
<b>5.1 Mesures correctrices proposées pour réduire l'incidence sur les chiroptères</b>	<b>114</b>
5.1.1 Programmation préventive .....	114
<b>5.2 Mesures correctrices proposées pour réduire l'incidence sur l'avifaune .....</b>	<b>121</b>
5.2.1 Réduire l'attractivité des plateformes des éoliennes pour les oiseaux .....	121
<b>5.3 Modalités de suivi .....</b>	<b>122</b>
<b>Table des illustrations .....</b>	<b>124</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>127</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>137</b>



# 1 Cadre général de l'étude

## 1.1 Maître d'ouvrage – exploitant

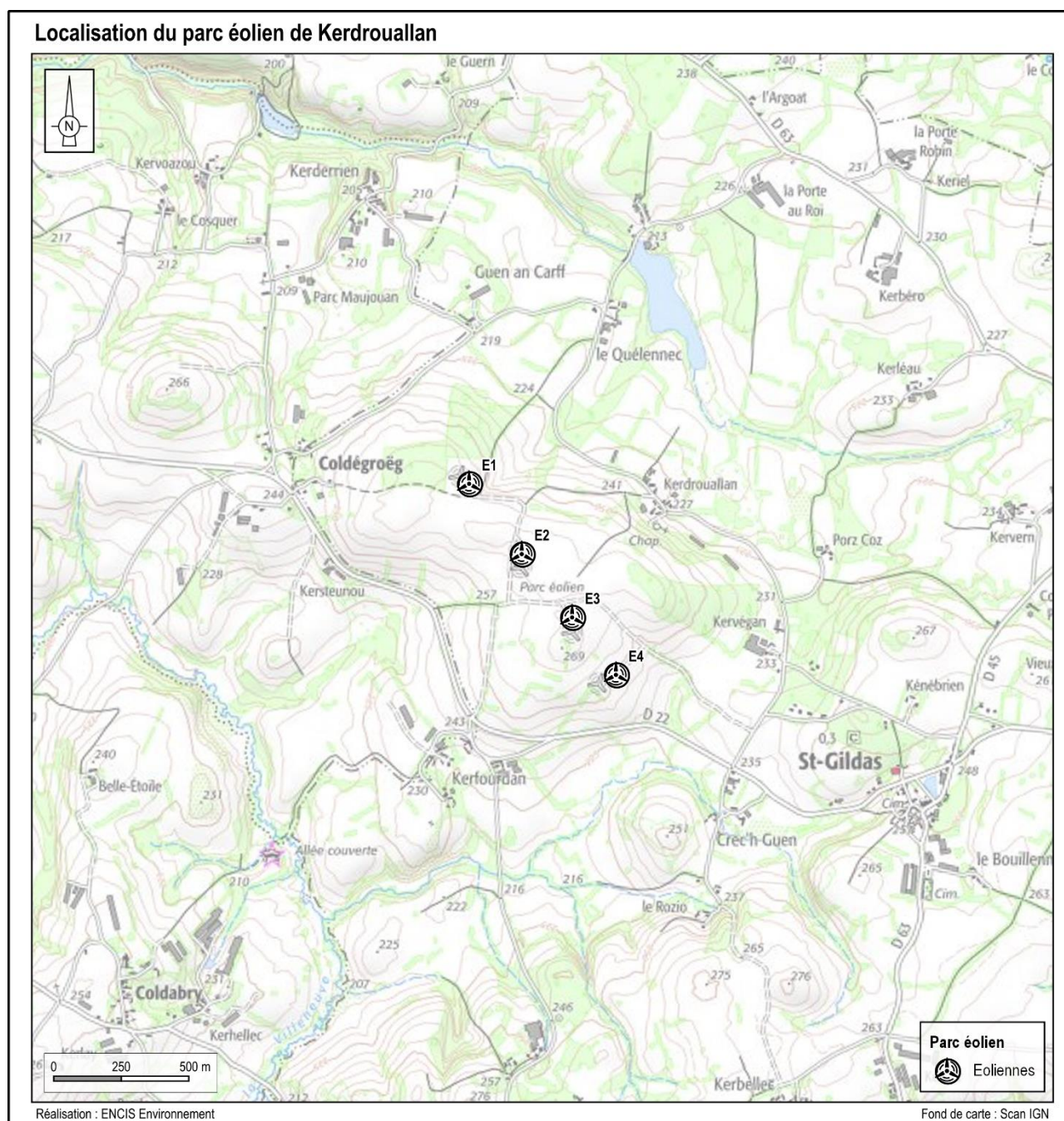
<b>Destinataire</b>	Parc éolien Kerdrouallan SAS
<b>Adresse</b>	26 rue du Rhône 68 300 SAINT-LOUIS
<b>Interlocuteur</b>	Céline DE WITTE
<b>Téléphone</b>	+49 511 336 538 80

## 1.2 Auteurs de l'étude

<b>Structure</b>	
<b>Adresse</b>	21 Rue de Columbia 87 068 LIMOGES
<b>Téléphone</b>	05 55 36 28 39
<b>Suivi de l'activité des chiroptères</b>	Thomas GIRARD, Responsable d'études - Chiroptérologue
<b>Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères</b>	Corentin GOISLOT, Chargé d'études - Ornithologue
<b>Correction</b>	Romain FOUQUET, Responsable du pôle Écologie de Nantes Nicolas LAGARDE, Responsable d'études et développement
<b>Validation</b>	Romain FOUQUET, Responsable du pôle Écologie de Nantes
<b>Version / date</b>	Avril 2024

### 1.3 Présentation du parc éolien étudié

Le parc éolien se situe au nord-ouest de la commune de Saint-Gildas, à 10 km au nord-ouest de Quintin et à 20 km au sud-ouest de Saint-Brieuc, dans le département des Côtes-d'Armor (22). Le parc éolien est composé de quatre éoliennes de type ENERCON E82 d'une puissance nominale de 2 MW et alignées selon un axe nord-ouest / sud-est. Trois éoliennes ont une hauteur de 126 mètres en bout de pale (E1, E2 et E3), la quatrième de 140 mètres (E4) (carte suivante).



Carte 1 : Localisation du parc éolien de Kerdrouallan

Implantées sur une butte en zone rurale vouée à l'agriculture, deux éoliennes et leurs plateformes se situent dans des prairies de fauche (E1 et E2), les deux autres dans des parcelles cultivées (E3 et E4). Le paysage relativement ouvert de bocage déstructuré est ponctué de haies et de petits boisements (carte suivante).



Carte 2 : Localisation du parc éolien de Kerdrouallan sur photographie aérienne



Photo 1 : Éoliennes E1 (en haut à gauche), E2 (en haut à droite), E3 (en bas à gauche) et E4 (en bas à droite)

## 1.4 Cadre réglementaire de l'étude de suivi environnemental pour les projets éoliens

### ***Création ou extension d'un parc éolien***

L'arrêté du 26 août 2011, dans son article 12, précise pour une installation classée ICPE :

« L'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Sauf cas particulier justifié et faisant l'objet d'un accord du préfet, ce suivi doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. Dans le cas d'une dérogation accordée par le préfet, le suivi doit débuter au plus tard dans les 24 mois qui suivent la mise en service industrielle de

l'installation. Ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation. Le suivi mis en place par l'exploitant est conforme au protocole de suivi environnemental reconnu par le ministre chargé des installations classées. Les données brutes collectées dans le cadre du suivi environnemental sont versées, par l'exploitant ou toute personne qu'il aura mandatée à cette fin, dans l'outil de téléservice de " dépôt légal de données de biodiversité " créé en application de l'arrêté du 17 mai 2018. ».

Ce suivi doit également être conforme aux dispositions applicables aux ICPE relatives à l'étude d'impact. Ainsi, l'article R122-14 du code de l'environnement prévoit que : « - La décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution du projet mentionne :

1° Les mesures à la charge du pétitionnaire ou du maître d'ouvrage, destinées à éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine, réduire les effets n'ayant pu être évités et, lorsque cela est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits ;

2° Les modalités du suivi des effets du projet sur l'environnement ou la santé humaine ;

3° Les modalités du suivi de la réalisation des mesures prévues au 1° ainsi que du suivi de leurs effets sur l'environnement, qui font l'objet d'un ou plusieurs bilans réalisés selon un calendrier que l'autorité compétente pour autoriser ou approuver détermine. Ce ou ces bilans sont transmis pour information par l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution à l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement. »

**En novembre 2015, l'État a publié un protocole standardisé** permettant de réaliser les suivis environnementaux. Il guide également la définition des modalités du suivi des effets du projet sur l'avifaune et les chiroptères prévu par l'article R.122-14 du code de l'environnement. Ce protocole a été abrogé et remplacé en 2018.

La ferme éolienne de Kerdrouallan fait partie des cas particuliers des parcs autorisés avant l'entrée en vigueur du protocole. Ainsi le protocole, dans son annexe 3, stipule que : « Dans le cas des parcs éoliens autorisés avant la date de mise en œuvre du présent protocole de suivi environnemental des parcs éoliens, plusieurs cas de figure existent :

- Le parc éolien a été mis en service depuis plus de 3 ans → cas 1
- Le parc éolien a été mis en service depuis moins de 3 ans → cas 2 (cas du parc de Kerdrouallan)
- Le parc éolien n'a pas encore été mis en service → cas 3.

La prise en compte d'autres paramètres dans les suivis environnementaux de ces parcs éoliens, entraînent plusieurs situations différentes :

- Un suivi environnemental de l'avifaune et des chiroptères a été prévu par l'exploitant dans l'étude d'impact. Ce suivi peut avoir été repris dans les prescriptions de l'arrêté de permis de construire (et dans celles de l'arrêté d'autorisation d'exploiter, s'il existe) → cas A

- Un suivi environnemental soit de l'avifaune soit des chiroptères a été prévu par l'exploitant dans l'étude d'impact. Ce suivi peut avoir été repris dans les prescriptions de l'arrêté de permis de construire (et dans celles de l'arrêté d'autorisation d'exploiter s'il existe) → cas B

- Aucun suivi environnemental n'est prévu dans l'étude d'impact ou dans l'arrêté de permis de construire (ou dans l'arrêté d'autorisation d'exploiter s'il existe) → cas C (cas du parc de Kerdrouallan)

En fonction de ces différents cas de figure, l'exploitant devra se mettre en conformité par rapport aux prescriptions de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011 selon le tableau ci-dessous :

Mise en service du parc éolien Suivi environnemental prévu ou non	1	2	3
<b>A</b>	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011.
<b>B</b>	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011. Elles seront complétées par un suivi sur le groupe d'espèces non étudié conformément au présent protocole.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011. Elles seront complétées par un suivi sur le groupe d'espèces non étudié conformément au présent protocole.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011. Elles seront complétées par un suivi sur le groupe d'espèces non étudié conformément au présent protocole.
<b>C</b>	L'exploitant devra mettre en œuvre un suivi conforme au présent protocole selon une périodicité de 10 ans par rapport à la date de mise en service.	L'exploitant devra mettre en œuvre un suivi conforme au présent protocole dans les meilleurs délais, puis tous les 10 ans.	L'exploitant devra mettre en œuvre un suivi conforme au présent protocole dans les trois années suivant la mise en service, puis tous les 10 ans.

## 1.5 Les impacts potentiels d'un parc éolien en fonctionnement sur le milieu naturel

### 1.5.1 Avifaune

#### 1.5.1.1 Perte d'habitat liée à l'effarouchement par les éoliennes

La perte d'habitat par effarouchement résulte d'un comportement d'éloignement des oiseaux autour des éoliennes en mouvement. Selon les espèces, cet éloignement s'explique par une méfiance instinctive du mouvement des pales et de leur ombre portée. Ce dérangement répété peut conduire à une perte durable d'habitat. La perturbation peut avoir des conséquences faibles si le milieu concerné est commun et qu'il existe d'autres habitats similaires aux alentours. La perturbation peut cependant être importante, particulièrement lorsque les espèces sont inféodées à un habitat particulier et que cet habitat est rare dans le secteur du site d'implantation. L'habitat affecté peut aussi bien concerner une zone de reproduction qu'une zone d'alimentation, et ce pendant toutes les phases du cycle biologique des oiseaux (reproduction, migration, hivernage).



Certaines espèces s'adaptent facilement en s'habituant progressivement aux éoliennes dans leur environnement, d'autres sont très farouches. Le degré de sensibilité varie selon les espèces et le stade phénologique concerné (reproduction, migration, hivernage).

L'analyse des résultats de 127 études portant sur les impacts des éoliennes sur la biodiversité (Hötter *et al.*, 2006) illustre ces différences inter-spécifiques, intra-spécifiques et phénologiques. L'étude indique notamment que les distances d'évitement sont moins importantes en période de reproduction qu'en dehors de cette dernière. Par exemple, il est mentionné une distance d'évitement de 113 mètres pour le Canard colvert en période de reproduction, contre 200 mètres hors période de reproduction (valeurs médianes). Cette distance d'évitement est de 300 mètres pour la Barge à queue noire en période de reproduction, ainsi que pour le Canard siffleur et la Bécassine des marais hors période de reproduction (valeurs médianes). D'autres espèces apparaissent moins sensibles à l'effarouchement, comme le Pipit farlouse et la Bergeronnette printanière (respectivement 0 et 50 mètres en période de reproduction, valeurs médianes) ou encore le Faucon crécerelle et le Héron cendré (respectivement 0 et 30 mètres hors période de reproduction, valeurs médianes). Le site internet du programme national « éolien-biodiversité » créé à l'initiative de l'ADEME, du MEEDDM, du SER-FEE et de la LPO, évoque une distance d'éloignement variant de quelques dizaines de mètres jusqu'à 400-500 mètres du mât de l'éolienne en fonctionnement. Selon la même source, certains auteurs témoignent de distances maximales avoisinant 800 à 1 000 mètres.

L'accoutumance des oiseaux aux éoliennes est toujours discutée, les données étant parfois contradictoires pour une même espèce.

#### **Hivernants et migrants**

La bibliographie est parfois contradictoire concernant les réponses comportementales des groupes de passereaux hivernants ou en halte migratoire face à la présence d'éoliennes. En Vendée,

malgré les difficultés à appréhender le rôle des aérogénérateurs, après l'implantation du parc de Bouin (Dulac, 2008), certaines espèces semblent toujours fréquenter le secteur sans évolution significative de la taille des groupes (Étourneau sansonnet, Alouette des champs, Pigeon ramier, etc.) ; alors que pour d'autres espèces, une diminution du nombre d'oiseaux par groupe a été constatée (Hirondelle rustique).

Pour les espèces de petites et moyennes envergures, Hötter *et al.*, 2006, semblent confirmer un effet faible lié à la perte d'habitat, et indiquent une distance d'évitement nulle pour l'Alouette des champs, l'Étourneau sansonnet et la Corneille noire, et de 100 mètres pour le Pigeon ramier (valeurs médianes, hors période de reproduction). Devereux *et al.* (2008) n'ont pas trouvé d'effets liés à la proximité des éoliennes sur la distribution de plusieurs groupes d'oiseaux hivernants dans des paysages agricoles (granivores, corvidés, phasianidés, et Alouette des champs), à l'exception du Faisan de Colchide.

En revanche, en hiver, pour certaines espèces de moyenne envergure, Pratz (2010) indique que les groupes semblent rester à l'écart par rapport aux éoliennes et ne traversent que très rarement les parcs denses ou en éventail (Pigeon ramier, Pluvier doré, Vanneau huppé ; parcs de Beauce).

### Nicheurs

La bibliographie s'intéressant à la méfiance des oiseaux vis-à-vis des éoliennes semble montrer que les nicheurs de petites et moyennes envergures sont moins gênés par la présence des éoliennes que les oiseaux migrateurs ou hivernants. Plusieurs auteurs témoignent d'une accoutumance des individus locaux à la présence de ces nouvelles structures (Dulac, 2008 ; Albouy, 2005). Faggio *et al.* (2003) indiquent une indifférence totale vis-à-vis des éoliennes pour les espèces locales ou nicheuses qui restent en permanence près du sol comme la Fauvette sarde et la Perdrix rouge.

La densité des oiseaux peut également être affectée. Les travaux de Pearce-Higgins *et al.*, (2009), concernant neufs parcs éoliens au Royaume-Uni, suggèrent que les densités d'oiseaux nicheurs peuvent être réduites de 15 à 53 % dans un rayon de 500 mètres autour des éoliennes (espèces les plus touchées : Buse variable, Busard Saint-Martin, Pluvier doré, Bécassine des marais, Courlis cendré et Traquet motteux).

### Espèces des milieux aquatiques

Les oiseaux d'eau peuvent s'avérer farouches vis-à-vis de la présence des éoliennes. Hors période de reproduction, selon Hötter *et al.*, (2006), les anatidés (canards, oies, cygnes) se maintiennent parfois à distance des mâts. Cet éloignement a été estimé entre 125 et 300 mètres vis-à-vis du mât (valeurs médianes). Il est à noter que l'importance des écarts types révèle la disparité des comportements intra-spécifiques. Ces différences peuvent être liées à la configuration du site (nombre et hauteur des éoliennes, agencement, paysage), et à la capacité d'adaptation des oiseaux à la présence des éoliennes. À titre d'exemple, des études ont mis en évidence des signes d'accoutumance (diminution des distances d'évitement) pour le Canard colvert et la Foulque macroule, des signes de non-accoutumance (augmentation des distances d'évitement) pour le Courlis cendré, voire les deux types de comportement pour le Vanneau huppé (Hötter *et al.*, 2006).

Également, une capacité d'accoutumance des oiseaux d'eau nicheurs à la présence des éoliennes dans leur environnement a été documentée (Dulac, 2008), notamment chez le Canard colvert (Roux *et al.*, 2013). Toutefois, les échassiers et les oiseaux aquatiques seraient plus sensibles à ces perturbations

indirectes par perte ou modifications d'habitats que d'autres (Gaultier *et al.* 2019). Roux *et al.*, (2013), ont ainsi constaté l'abandon total d'une héronière située à proximité d'une éolienne et une forte diminution du nombre de couples installés dans une autre située à 250 mètres d'un parc éolien.

Enfin, certaines espèces semblent particulièrement sensibles, comme le Courlis cendré, dont la distance d'évitement en période de reproduction est évaluée à 800 mètres (Pearce-Higgins *et al.*, 2009).

**Compte tenu des résultats décrits précédemment, et notamment des variations intra-spécifiques importantes, il est difficile de généraliser le phénomène d'accoutumance. Par ailleurs, il faut souligner que cette habitude se fait au prix d'un risque accru de collision avec les éoliennes (Gaultier *et al.*, 2019).**

#### 1.5.1.2 Effet barrière et contournement

L'effet barrière correspond à des réactions de contournement des éoliennes lors des vols des oiseaux. Les parcs éoliens peuvent représenter une barrière aussi bien pour les oiseaux en migration active que pour les oiseaux en transits quotidiens entre les zones de repos et les zones de gagnage. L'effet barrière dépend de la sensibilité des espèces, de la configuration du parc éolien, de celle du site, et des conditions climatiques.

La réaction d'évitement a l'avantage de réduire les risques de collision pour les espèces sensibles lorsque les conditions de visibilité sont favorables. En revanche, elle pourrait générer une dépense énergétique supplémentaire notable pour les migrants lorsque le contournement prend des proportions importantes (effet cumulatif de plusieurs obstacles successifs) ou quand, pour diverses raisons (mauvaises conditions météorologiques, relief, etc.), la réaction est tardive à l'approche des éoliennes (mouvements de panique, demi-tours, éclatement des groupes, etc.).

Pour les oiseaux nicheurs ou hivernants, un parc formant une barrière entre une zone de reproduction/de repos et une zone d'alimentation peut conduire, selon la sensibilité des espèces, à une augmentation du risque de collision voire une perte d'habitat (abandon de la zone de reproduction ou de la zone de gagnage).

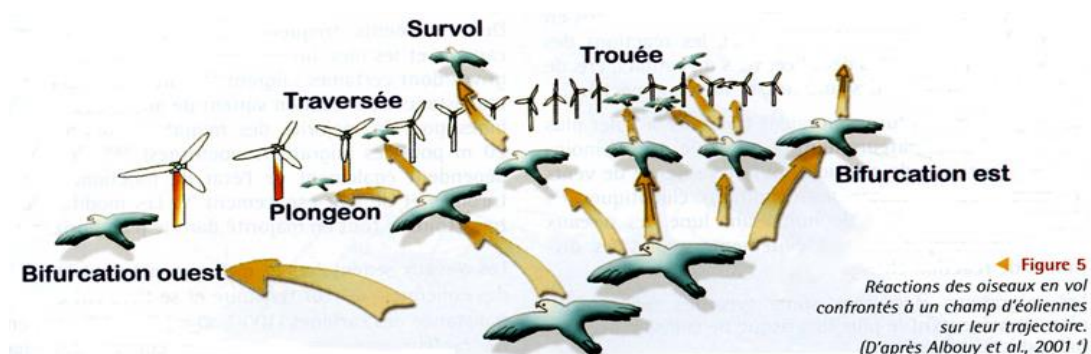


Figure 1 : Réactions des oiseaux en vol confrontés à un champs d'éoliennes sur leur trajectoire (d'après Albouy et al, 2001)

Les espèces qui sont le plus susceptibles d'être affectées par l'effet barrière sont les espèces de grande envergure, qui se déplacent à des altitudes relativement élevées (notamment à hauteur de pales)

et dont le rayon d'action est vaste. Les effets semblent être plus importants pour les rapaces, les échassiers (Héron cendré), les canards et les colombidés (Pigeon ramier). Toutefois, Hötter *et al.*, (2006), indiquent un effet barrière chez les oies, les rapaces et les passereaux (hors Etourneau sansonnet et Corvidés). Par exemple, un effet barrière a ainsi été noté chez la Grue cendrée (cinq études), le Milan noir (quatre études), le Milan royal (trois études), le Busard des roseaux (quatre études), le Busard Saint-Martin (une étude), l'Oie cendrée (deux études), le Pinson des arbres (trois études) ou encore l'Hirondelle rustique (quatre études).

D'après le programme national « éolien-biodiversité » (LPO-ADEME-MEDDE-SER/FEE), les anatidés (canards, oies, etc.) et les pigeons semblent assez sensibles à l'effet barrière, alors que les laridés (mouettes, sternes, goélands) et les passereaux le sont beaucoup moins. Faggio *et al.* (2003) ont ainsi observé que seulement 22,5 % des oiseaux de petite envergure et 16,3 % des oiseaux de moyenne envergure avaient un comportement d'évitement face aux éoliennes (évitement par-dessus, par-dessous, ou sur le côté).

Les réactions des espèces sont difficilement généralisables, car il existe des espèces pour lesquelles certaines études ont montré un effet barrière, tandis que d'autres ont mis en évidence l'absence d'un tel effet (Buse variable, Héron cendré, etc., Hötter *et al.*, 2006).

Les réponses comportementales face à un parc éolien dépendent de l'espèce, des habitats présents au sein et autour du parc et surtout du nombre et de la disposition des éoliennes (espacements entre les éoliennes, hauteur, etc.). À titre d'exemple, sur le site de Bouin (Dulac, 2008), l'éloignement d'un peu plus de 200 mètres entre chaque éolienne, laissant un passage de plus de 100 mètres de libre (abstraction faite des espaces de survol des pales) semble provoquer une diminution du nombre de passages d'oiseaux au niveau des éoliennes. Cependant, cette diminution ne concerne que certaines espèces (Tadornes de Belon, Canard colvert, Bergeronnette grise, Pipit farlouse, Faucon crécerelle) et d'autres ne semblent pas affectées, comme la Mouette rieuse et l'Étourneau sansonnet. Pour autre exemple, la distance d'évitement de la Buse variable est courte : environ 25 mètres hors période de reproduction (valeur médiane, Hötter *et al.*, 2006).

Albouy *et al.*, (2001), ont montré que toutes les espèces, quelle que soit leur taille, peuvent être « dérangées » par la présence des éoliennes (88 % des individus ont réagi en adaptant leur trajectoire). Également, les auteurs indiquent que la distance d'anticipation dépend de la taille des migrants. Ainsi, les passereaux et les rapaces de petite envergure réagissent généralement à 100-200 mètres en amont du parc, tandis que les grands rapaces et grands échassiers s'adaptent souvent au-delà de 500 mètres. Marques *et al.*, (2020), ont montré un effet négatif des éoliennes pour les Milans noirs en migration, avec une diminution de la fréquentation des habitats dans un rayon d'environ 674 mètres autour des mâts (ce qui correspond à une surface de 143 hectares par éolienne). Le programme national « éolien-biodiversité » (LPO-ADEME-MEDDE-SER/FEE) signale que les Grues cendrées adoptent un comportement d'évitement du parc entre 300 et 1 000 mètres de distance.

L'orientation des alignements d'éoliennes a une influence sur les comportements des migrants qui abordent un parc éolien. Une ligne d'éoliennes parallèle à l'axe de migration principal provoque moins de modifications de comportement qu'une ligne perpendiculaire aux déplacements. Par exemple, sur le plateau de Garrigue Haute (Albouy *et al.*, 2001), les cinq éoliennes du parc de Port-la-Nouvelle, implantées perpendiculairement à l'axe de migration, provoquent cinq fois plus de réactions de traversée

que les dix éoliennes du parc de Sigean, implantées parallèlement à cet axe. En outre, les auteurs ont montré qu'un espace d'environ 200 mètres entre deux éoliennes semble suffisant au passage des passereaux et des rapaces de petite et moyenne envergure (faucons, éperviers, milans, Bondrée apivore) mais trop faible pour les oiseaux de plus grande envergure comme les cigognes ou le Circaète Jean-le-Blanc (aucun de ces derniers n'a été observé utilisant cet espace). Également, Roux *et al.*, (2013) ont constaté que des éoliennes implantées parallèlement au couloir de migration ne semblaient pas faire barrière aux mouvements des migrateurs. La littérature recommande de limiter l'emprise du parc sur l'axe de migration, dans l'idéal à moins de 1 000 mètres (Soufflot *et al.*, LPO, 2010 ; Marx *et al.*, LPO, 2017). Lorsque cette préconisation ne peut être respectée, il est recommandé d'aménager des trouées de tailles suffisantes pour laisser des échappatoires aux migrateurs. Soufflot *et al.*, (2010) évaluent la distance minimale d'une trouée à 1 000 mètres (1 250 mètres dans l'idéal, sans distinction du sens d'implantation des éoliennes). Ces mêmes auteurs recommandent également d'exclure les croisements de lignes d'éoliennes (configuration en croix, en « Y » ou en « L »).

**Selon Gaultier *et al.*, (2019), l'impact de l'effet barrière sur les oiseaux migrateurs est encore difficile à évaluer et nécessiterait des travaux de recherche spécifiques.**

#### 1.5.1.3 Risque de collision

La mortalité des oiseaux peut résulter de collisions avec les pales ou avec la tour de la nacelle. Les petits passereaux pourraient également subir des barotraumatismes et être projetés au sol par les turbulences créées par la rotation des pales (Gaultier *et al.*, 2019). Il faut également noter qu'un faible taux de mortalité peut générer des incidences écologiques notables, pour les espèces menacées et pour les espèces à maturité lente et à faible productivité annuelle (Carrete *et al.*, 2009, Gaultier *et al.*, 2019). L'environnement du parc (milieux, topographie) serait le paramètre le plus important déterminant la fréquence des cas de collisions (Rydell *et al.* 2012), avec des cas de collisions souvent plus nombreux dans les parcs situés à proximité des zones humides et des zones côtières, et un risque de collision pouvant également être important dans les secteurs montagneux (sommets et crêtes) ainsi que dans les zones présentant un changement de topographie marqué.

Les différentes espèces interagissent différemment face à un parc éolien. Les espèces plus sensibles à l'effarouchement (limicoles, anatidés, grues, aigles, etc.), plus méfiantes vis-à-vis des éoliennes en mouvement, sont par conséquent moins sensibles au risque de collision. Les espèces moins farouches seront potentiellement plus sensibles à la mortalité par collision avec les pales (milans, buses, Faucon crécerelle, busards, martinets, hirondelles, etc.).

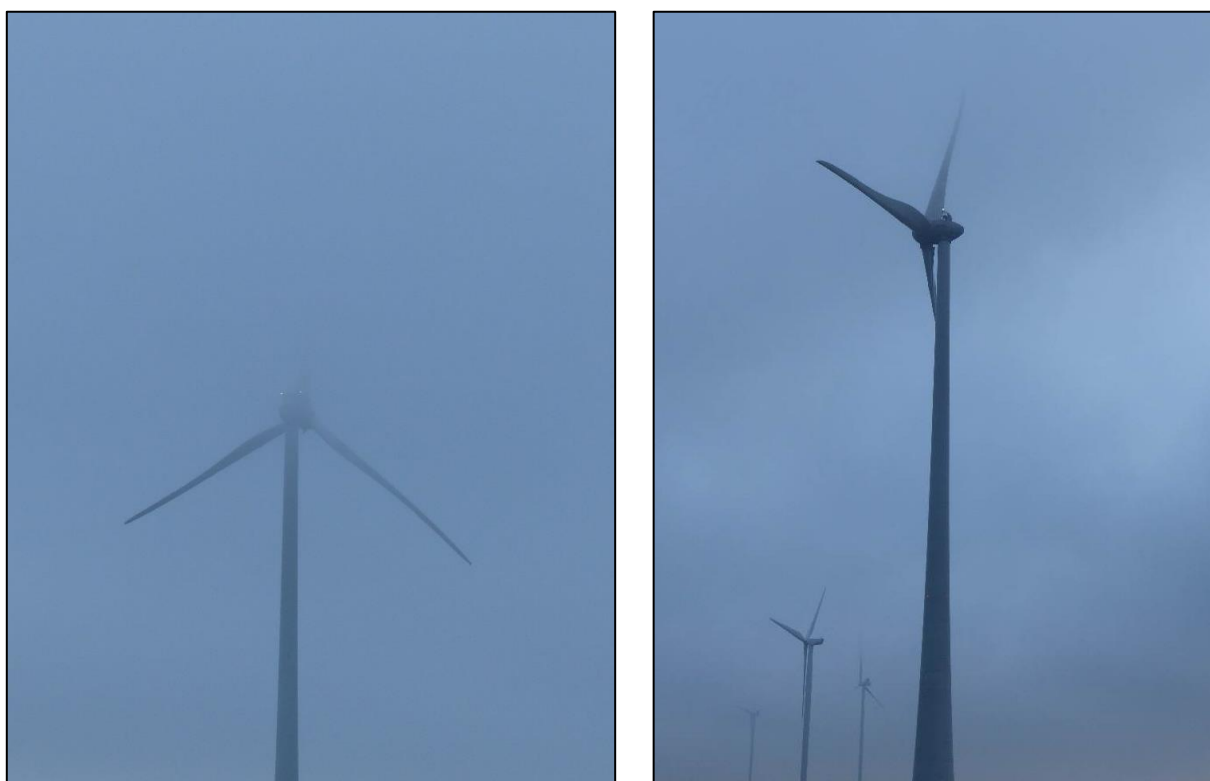
Les rapaces, les laridés et les passereaux migrateurs nocturnes sont généralement considérés comme les plus exposés au risque de collision avec les turbines (Soufflot, 2010).

Certaines situations peuvent accroître les risques de collision avec les pales. Les principaux critères sont le nombre d'éoliennes, leur taille, la configuration du parc (cf. chapitre précédent sur l'effet barrière et le contournement), le contexte paysager, les hauteurs et types de vol des espèces, le comportement de chasse pour les rapaces et les phénomènes de regroupement pour les espèces en migration,

principalement pour les migrants nocturnes. De même, les conditions météorologiques défavorables (brouillard, nuages bas, vent fort), constituent des situations à risque.

Certains rapaces, en particulier les espèces à tendance charognarde tels les milans, la Buse variable ou encore les busards peuvent être attirés sur les parcelles cultivées lors des travaux agricoles (notamment la fauche des prairies au printemps et les moissons en été) et par l'ouverture des milieux liée au défrichement.

Pendant les migrations, les collisions semblent survenir plus particulièrement la nuit. Les espèces qui ne migrent que de jour (rapaces, cigognes, fringilles, etc.) sont souvent capables d'adapter leurs trajectoires à distance. En effet, Albouy *et al.*, (2001), ont observé que 88 % des oiseaux changent leur trajectoire à la vue des éoliennes. Ces comportements d'anticipation participent à la réduction des situations à risque.



*Photo 2 : Exemple de situation à risque : brouillard en hauteur masquant tout ou partie des pales.*

## 1.5.2 Chiroptères

### 1.5.2.1 Généralités

#### *Notion et tendance de population chez les chiroptères*

Les chiroptères sont des espèces dites longévives présentant une longévité élevée, une maturité sexuelle tardive et un taux de reproduction faible avec un petit par an expliquant un très faible taux d'accroissement des populations (Culina *et al.*, 2019 ; Kerbiriou *et al.*, 2015b ; Froidevaux *et al.*, 2017). L'état des populations de chiroptères est encore mal connu mais le maintien de ces dernières repose sur la survie des adultes (Diffendorfer *et al.*, 2015 ; Lentini *et al.*, 2015 ; Culina *et al.*, 2019). Bien que l'estimation des populations soit complexe à surveiller, et que la taille des populations soit encore loin d'être connue, les paramètres démographiques et, par conséquent, le potentiel impact des décès sur la viabilité des populations de chauves-souris est un paramètre important à prendre en compte (Lenhert *et al.*, 2014, Ellison LE 2013).

Des études récentes au niveau national présentent différents patterns avec des tendances à l'augmentation pour la Barbastelle d'Europe, le Grand Murin, le Grand Rhinolophe, le Murin à oreilles échancrées, le Petit Rhinolophe, la Pipistrelle de Kuhl et le Rhinolophe euryale, et à l'inverse, des tendances à la diminution pour le Minioptères de Schreibers, la Noctule commune, la Noctule de Leisler, le Petit Murin, la Pipistrelle commune et la Sérotine commune (Tapeiro *et al.*, 2017 ; SFEPM 2016a ; Bas *et al.*, 2020). Globalement, la tendance de population au niveau national sur l'ensemble des espèces de chiroptères est en diminution entre 2006 et 2018 (Bas *et al.*, 2020).

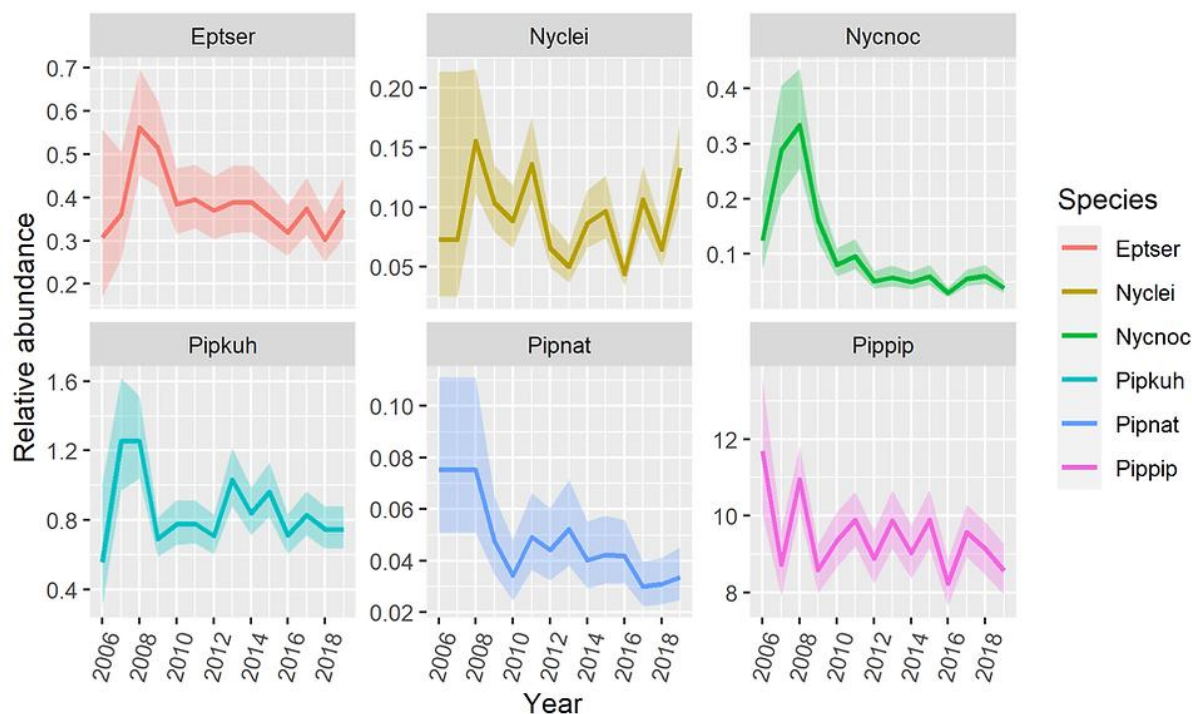


Figure 2 : Tendances des populations pour six espèces de chauves-souris en France entre 2006 et 2018 (Bas *et al.*, 2020)

### **Impacts de l'éolien sur les chiroptères**

La présence d'éoliennes en fonctionnement peut avoir deux types de conséquence sur les chiroptères :

- **la perte d'habitat** (abandon de certaines zones de chasse, de transit et/ou d'habitat de gîte) ;
- **la mortalité** (collision directe, barotraumatisme, écrasement dans les mécanismes de rouage, intoxication suite à l'absorption d'huile de rouage, etc.).

#### **1.5.2.2 Perte et/ou altération d'habitat**

##### **Perte directe ou destruction d'habitats**

Le premier impact en termes de perte d'habitat, est la destruction directe d'habitats de gîte, de chasse ou de déplacement. Ainsi, une destruction directe d'habitat est principalement impactante pour les espèces locales, notamment sur des habitats favorables aux chiroptères comme les boisements de feuillus ou mixte ou les haies (Barataud *et al.*, 2019 ; Kelm *et al.*, 2014 ; Eurobats 2017).

La perte d'habitat de gîte envisagée est la destruction d'arbres pouvant héberger différentes espèces de chiroptères. Les habitats privilégiés par les chauves-souris arboricoles sont généralement les forêts de feuillus matures et les arbres creux ou sénescents qu'ils soient au sein de boisements ou de haies (Kusch & Schotte 2007 ; Averbach *et al.*, 2015 et Peste *et al.*, 2015). Ainsi, la perte de gîtes surtout dans les secteurs où ils sont rares aura un impact plus grand que des modifications d'habitats de chasse ou de transits (Brinkmann *et al.*, 2011 ; Amorim *et al.*, 2012).

Les pertes directes d'habitats de chasse et de déplacement auront pour conséquences un abandon du territoire de nourrissage, et/ou un changement de voies de déplacement, entraînant des conséquences similaires aux dérangements (phénomène détaillé dans les parties suivantes).

##### **Dérangement par altération de la qualité de l'habitat de chasse**

Plusieurs études relatent une modification de l'activité des chiroptères liée aux éoliennes. Ainsi, l'activité des chauves-souris est plus faible au niveau des éoliennes qu'au niveau de sites témoins, et est également liée au fonctionnement de la machine, et à la proximité des éoliennes entre elles (Millon *et al.*, 2018 ; Minderman *et al.*, 2012 ; Minderman *et al.*, 2017 ; Cryan *et al.*, 2014a). Ce dérangement semble impacter plus fortement les chiroptères locaux, notamment avec des observations d'évitement plus marquées de mai à juillet que chez les migrants (Millon *et al.*, 2015 ; Lehnert *et al.*, 2014). Ce même dérangement apparaît également être effectif lors des différentes saisons du cycle biologique des chiroptères (Schaub *et al.*, 2008 ; Stone *et al.*, 2009 ; Parsons *et al.*, 2003 ; Thomas 1995).

Cette altération de l'habitat de chasse provoque un impact au niveau des ensembles végétaux ainsi qu'au niveau local et plus particulièrement en fonction de la proximité des haies (Millon *et al.*, 2015 ; Barré *et al.*, 2018).

Ce type de dérangement touche de multiples espèces de chiroptères, qu'elles soient soumises ou non aux risques de collision avec l'éolien. C'est le cas notamment pour la Barbastelle d'Europe, les murins sp., la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune et les oreillards sp (Roemer *et al.*, 2017 ; Roেকেle *et al.*, 2016 ; Barré *et al.*, 2018).

Certaines études relèvent également la possibilité d'abandon des zones de chasse des espèces les plus sensibles aux ultrasons émis par les éoliennes, à l'instar de la Sérotine commune (Bach 2001 ; 2002 et 2003 ; Bach & Rahmel 2004). L'étude la plus récente sur le sujet (Brinkmann *et al.*, 2011) indique qu'une perte d'habitat ou un évitement de la zone concernée pourrait avoir lieu à cause de ces émissions d'ultrasons.

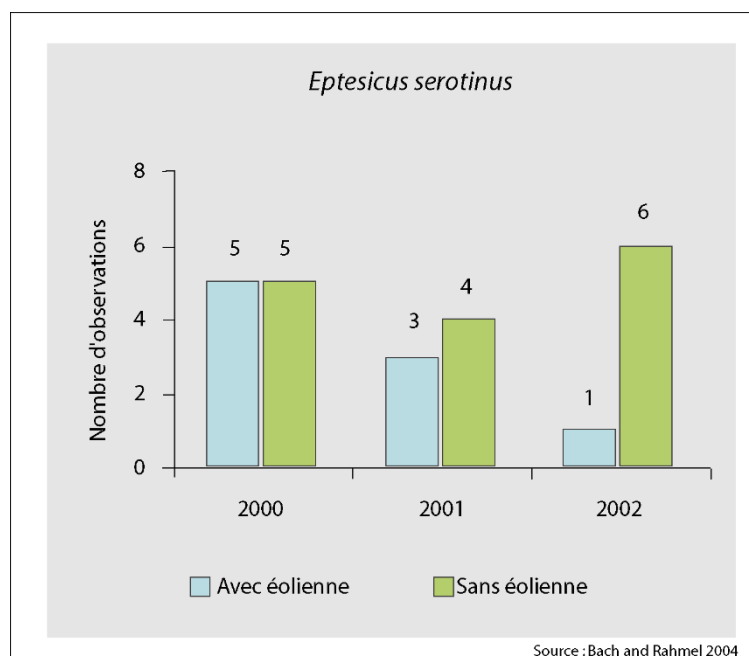


Figure 3 : Diminution de l'activité de la Sérotine commune sur le parc éolien de Midlum (Bach & Rahmel 2004)

### **Perte des voies de migration ou des corridors de déplacement**

Les chauves-souris sont en partie des espèces migratrices parfois sur de longues distances comme la Pipistrelle de Nathusius ou la Noctule commune (Hutterer *et al.*, 2005 ; Arthur et Lemaire 2015). Ces espèces migratrices après avoir reconstitué leurs réserves alimentaires à la sortie de l'hibernation, migrent dès le printemps vers des zones où elles passent l'été, pour ensuite revenir hiberner sur la zone initiale par une deuxième migration en fin d'été et début d'automne (Dechmann *et al.*, 2014 ; Dechmann *et al.*, 2017).

Bien que les voies de migration chez les chiroptères soient encore assez mal connues, certaines études relatent des axes importants au niveau du littoral et des vallées fluviales, à la fois pour des espèces migratrices de longue distance que pour les espèces régionales (Jamin *et al.*, 2020 ; Kunz *et al.*, 2007b ; Cryan *et al.*, 2014b ; Hayes *et al.*, 2019b ; Furmankiewicz & Kucharska 2009 ; Telleria *et al.*, 2009, Cryan *et al.*, 2011). Ainsi, le dérangement des chiroptères sur les voies de migration peut impacter les chiroptères sur de longues distances en créant des « effets barrières » (Voigt *et al.*, 2012 ; Brinkmann *et al.*, 2011). À noter cependant que les espèces migratrices semblent moins sensibles aux dérangements par les parcs éoliens que les individus locaux (Million *et al.*, 2015 ; Lehnert *et al.*, 2014).

Parallèlement, à la perte de voies de migration, il existe une perte de corridors de déplacement à l'échelle locale. Cette dernière est également susceptible de provoquer un abandon de gîtes pouvant

engendrer une augmentation des dépenses énergétiques due à l'évitement des parcs et à la modification des corridors (Bach *et al.*, 2003 et Dubourg-Savage 2005). De nombreuses espèces sont ainsi susceptibles d'être impactées par la modification des corridors de déplacements locaux (Barré *et al.*, 2018 ; Roemer *et al.*, 2017 ; Roেকেle *et al.*, 2016).

### 1.5.2.3 Mortalité directe et indirecte

Il existe de multiples causes de mortalité chez les chiroptères au niveau mondial comme le « White-Nose Syndrome », les mortalités intentionnelles, les accidents, les mortalités biotiques et abiotiques, *etc.*, dans lesquelles l'éolien affiche une assez forte proportion (O'Shea *et al.*, 2016).

Dans le cadre de l'éolien, la mortalité des chauves-souris peut être liée à différents facteurs : collision directe, barotraumatisme, écrasement dans les mécanismes de rouage, intoxication suite à l'absorption d'huile de rouage, *etc.*

La mortalité par contact direct ou indirect avec les aérogénérateurs reste l'impact le plus significatif des parcs éoliens sur les chiroptères (Brinkmann *et al.*, 2011). Ces collisions ont pour conséquence des blessures létales ou sublétales (Grodsky *et al.*, 2011).

Un état des lieux des connaissances avec une analyse approfondie de nombreuses publications scientifiques a été mené sur la base de synthèses bibliographiques récentes sur le sujet (Gaultier *et al.*, 2019, Schuster *et al.*, 2015). Cet état des connaissances sert ainsi de base à l'argumentaire suivant.

#### **Mortalité directe et indirecte**

La **mortalité directe** est le type de mortalité le plus évident résultant de la collision directe des chauves-souris avec les pales des éoliennes en rotation (Arnett *et al.*, 2005 ; Horn *et al.*, 2008).

Parallèlement, d'autres cas de mortalité cette fois-ci **indirecte** sont documentés.

Lors de la rotation des pales, s'opère un phénomène de pression/décompression entre les pales et le mât. La chute brutale de la pression de l'air pourrait impliquer de sérieuses lésions internes des individus passant à proximité, ce phénomène est nommé barotraumatisme. Dans une étude réalisée au Canada (Baerwald *et al.*, 2008), 92 % des cadavres retrouvés sous les éoliennes présentaient, après autopsie, les caractéristiques d'un barotraumatisme (hémorragie interne dans la cage thoracique ou la cavité abdominale). Certains auteurs remettent en question l'existence même de ce phénomène (Houck 2012 ; Rollins *et al.*, 2012). Grodsky *et al.*, (2011) et Rollins *et al.*, (2012) soulignent que certains facteurs environnementaux (temps écoulé après le décès, température, congélation des cadavres pour leur conservation) seraient à même de reproduire les critères diagnostiques d'une hémorragie pulmonaire concluant au barotraumatisme.

Trois autres phénomènes sont à relater bien que moins mentionnés dans la littérature scientifique. La rotation des pales d'éoliennes pourrait provoquer un vortex (tourbillon d'air) susceptible de piéger les chauves-souris passant à proximité (Horn *et al.*, 2008). De même, les courants d'air créés par la rotation des pales seraient susceptibles d'entraîner des torsions du squelette des chiroptères passant à proximité

des pales, ce qui pourrait aboutir à des luxations ou des fractures des os alaires (Grodsky *et al.*, 2011). Enfin, Horn *et al.*, (2008) ont observé des cas de collision sublétales où des individus percutés par des pales ont continué à voler maladroitement. Ce type de collision aboutissant certainement au décès des individus en question, ne serait ainsi pas comptabilisé dans les suivis de mortalité opérés dans un rayon proche des éoliennes, puisque les cadavres se trouveraient alors à bonne distance du site.

### Facteurs influençant la mortalité

La sensibilité des chiroptères à l'éolien

Il existe une corrélation significative entre les espèces sensibles au risque de collision sur les parcs éoliens, et leurs préférences en termes de hauteur de vol (Roemer *et al.*, 2017).

Ainsi parmi les espèces de chiroptères présentes en Europe, deux principaux groupes peuvent être créés :

- **Les espèces se déplaçant et chassant en plein ciel, dites de « haut-vol » (molosse, noctules) et celles de lisières susceptibles d'évoluer régulièrement en hauteur (pipistrelles, minioptères, sérotines).** Ces espèces sont considérées comme particulièrement sensibles au risque de collision (Dürr 2021).
- **Les espèces spécialistes et majoritairement associées aux milieux forestiers, bocagers ou humides, qui, dans la grande majorité de leurs déplacements, restent à proximité des structures arborées et dépassent rarement la canopée (Barbastelle d'Europe, murins sp., oreillards sp., rhinolophes sp.).** Ces espèces présentent un risque de collision avec les éoliennes assez faible (Dürr 2021).

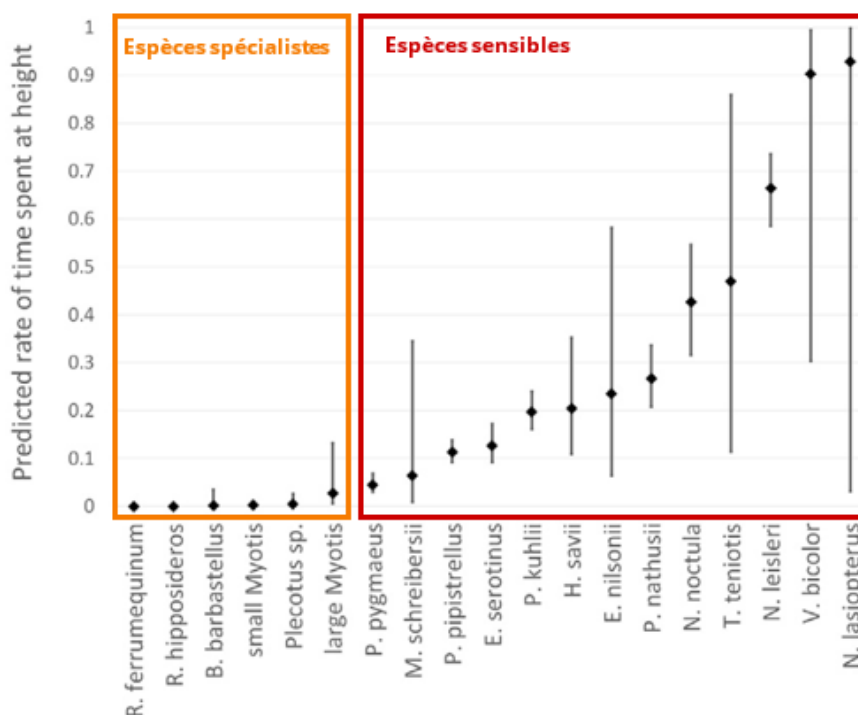


Figure 4 : Ration du temps passé en hauteur pour chaque espèce de chiroptères (Adapté de Roemer *et al.*, 2017)

## La caractéristiques morphologiques et biologiques des chauves-souris

Certaines espèces de chiroptères ont des caractéristiques morphologiques et des spécificités écologiques qui semblent être un facteur important dans le risque de collision. Hull et Cawthen (2013) et Rydell *et al.*, (2010) ont ainsi démontré les similarités entre espèces sensibles à l'éolien telles que les noctules, les pipistrelles et les sérotines en Europe. Il s'agit d'espèces dites glaneuses ou de poursuites de plein air aux ailes longues et effilées, adaptées à ce type de vol et utilisant des signaux à faible largeur de bande et à forte intensité. Rydell *et al.*, (2010) ont conclu que 98 % des espèces victimes de mortalité par collision sont des espèces présentant ces caractéristiques morphologiques et écologiques. Les espèces de haut vol, de grande taille (rythme d'émission lent impliquant un défaut d'appréciation de la rotation des pales), les espèces au vol peu manœuvrable, ainsi que les espèces chassant les insectes à proximité des sources lumineuses (balisage nocturne des éoliennes), sont donc les plus sujettes aux collisions.

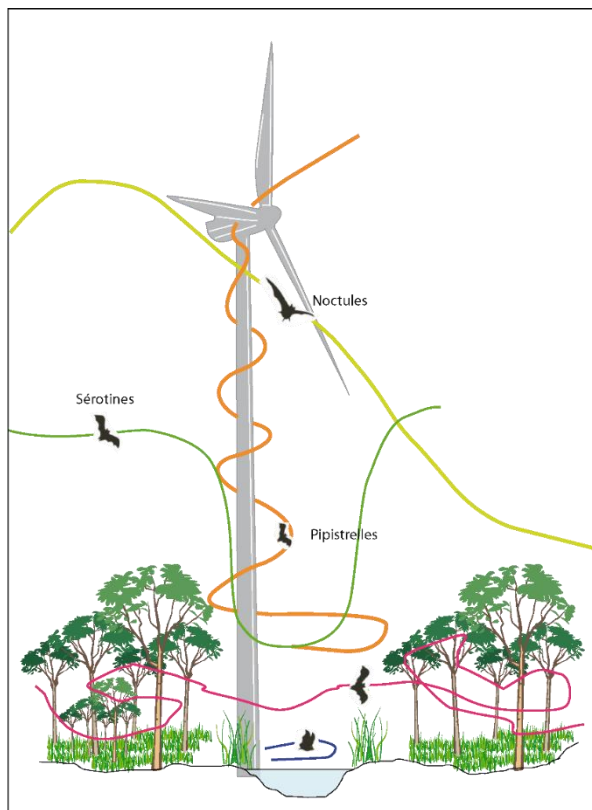


Figure 5 : Représentation schématique des comportements de vols de chauves-souris à proximité d'une éolienne

## La saisonnalité et le comportement des chiroptères

Les chiroptères possèdent un cycle biologique présentant une phase d'hibernation de novembre à février, une phase de migration printanière vers les gîtes estivaux de mars à mai, une phase de mise-bas au sein de ces gîtes de juin à juillet-août, une période de migration vers les secteurs de swarming (accouplements) et vers les gîtes hivernaux d'août à octobre.

Sur l'ensemble de ces saisons, hormis l'hibernation, des cas de mortalité liés aux éoliennes sur des populations locales ou migratrices sont observés (Brinkmann *et al.*, 2011 ; Voigt *et al.*, 2012). Cependant, la majorité des auteurs s'accordent sur le fait que la saisonnalité joue un rôle prépondérant sur la mortalité des chiroptères par collision avec des aérogénérateurs : l'activité chiroptérologique, et donc la mortalité, sont les plus élevées en fin d'été-début d'automne, ce qui correspond à une période de migration des chauves-souris (Alcalde 2003 ; Arnett *et al.*, 2008 ; Rydell *et al.*, 2010a ; Brinkmann *et al.*, 2011 ; Amorim *et al.*, 2012 ; Limpens *et al.*, 2013). Des hécatombes de mortalité ont également été relevées au printemps et en début d'été dans le sud de l'Europe (Georgiakakis *et al.*, 2012 ; Beucher *et al.*, 2013). Cette observation a ainsi conduit de nombreux auteurs à considérer que la mortalité par collision est intrinsèquement liée au comportement migratoire, et plus particulièrement automnal. Si ce fait est avéré, ce n'est pas seulement le comportement migratoire des chauves-souris qui induirait cette mortalité importante (collisions lors de vols directs), mais plutôt un comportement saisonnier. Les

espèces migratrices ne seraient en fait pas forcément plus touchées que les populations locales (Behr *et al.*, 2007 ; Brinkmann *et al.*, 2006 ; Rydell *et al.*, 2010 ; Voigt *et al.*, 2012). Ainsi, Lenhert a mené une étude en 2014 montrant une mortalité supérieure sur les individus locaux (72 %) que sur les individus migrants (28 %) durant la période de migration de la Noctule commune (espèce la plus impactée en Allemagne). Parmi les individus impactés, la proportion de juvéniles est élevée (38 % chez les individus locaux et 32 % chez les migrants), et le sex-ratio est équilibré pour les individus locaux mais montre une majorité de femelles chez les individus migrants (62 %). Ces résultats sur la différence de comportement entre les mâles et les femelles, notamment chez la Noctule, a également été relevée par Roeleke en 2016 avec un évitement plus marqué des mâles au niveau des parcs éoliens que les femelles en période estivale. Ceci possiblement en raison des contraintes énergétiques liées à la lactation, ce qui engendre une augmentation du risque de collision sur les femelles. Selon Cryan et Brown (2007), la période migratoire automnale impliquerait en fait une activité accrue d'individus lors des pauses migratoires destinées à reconstituer les réserves, gîter ou se reproduire, augmentant ainsi le risque de collisions. Le besoin de stocker des réserves énergétiques en vue de l'hibernation serait également la cause d'une activité accrue en automne (Furmankiewicz et Kucharska 2009). De plus, lors des migrations, les chauves-souris traversent des zones moins bien connues que leurs territoires de chasse et/ou n'émettent que peu ou pas d'émissions sonar lors de ces trajets, elles seraient ainsi moins à même de repérer les pales en mouvement (Bach 2001 in Behr *et al.*, 2007 ; Johnson *et al.*, 2003).

#### Les conditions météorologiques et le cycle circadien

Les conditions météorologiques influent directement ou indirectement sur la disponibilité en ressource alimentaire (insectes majoritairement pour les chauves-souris européennes) et sur les conditions de vol des chiroptères, donc sur le taux de mortalité par collision (Baerwald & Barclay 2011).

Des analyses menées sur les résultats obtenus lors d'écoutes en hauteur ont montré une relation significative entre les variables de vitesse de vent, de température, d'heure de la nuit et l'activité des chiroptères (Labouré ENCIS Environnement 2021).

Concernant la **vitesse de vent**, Rydell *et al.*, (2010) ont noté des activités maximales pour une vitesse de vent entre 0 et 2 m/s puis, de 2 à 8 m/s, une activité diminuant pour devenir inexistante au-delà de 8 m/s. Selon, Martin *et al.*, (2015), la plupart des nuits lors desquelles une mortalité s'est produite (81,5 %), ont eu des vitesses de vent moyennes faibles ( $\leq 5$  m/s mesurées au sol), et toutes les victimes ont été constatées lors de nuits présentant une vitesse moyenne du vent  $< 10$  m/s. Behr *et al.*, (2007) arrivèrent aux mêmes conclusions pour des vitesses de vent supérieures à 6,5 m/s. Si la plupart des études sur le sujet concordent sur ce phénomène, les valeurs seuils sont variables et dépendantes de la localisation des sites, de la période de l'année, des espèces concernées. Arnett *et al.*, (2008) estimèrent pour deux parcs éoliens des Etats-Unis que la mortalité aurait été réduite de 85 % si les aérogénérateurs avaient été arrêtés pour des valeurs de vent inférieures à 6 m/s en fin d'été-début d'automne. À noter cependant que toutes les chauves-souris ne répondent pas de façon similaire à la vitesse de vent. Les espèces de haut-vol apparaissent plus tolérantes aux vitesses de vent supérieures à 7 m/s (Wellig *et al.*, 2018 ; Frick *et al.*, 2017 ; Voigt *et al.*, 2015). Enfin, la rotation des pales d'éoliennes avec la vitesse de vent

rend difficile la localisation des chiroptères par écholocation qui n'arrivent pas à percevoir les bouts de pales dont la vitesse est de 100 à 150 m/s (Grodsky *et al.*, 2011 ; Long *et al.*, 2009 ; Rydell *et al.*, 2010a).

La **température** joue également un rôle sur l'activité chiroptérologique. Si plusieurs auteurs concluent à une corrélation positive entre augmentation de la température et activité (Redell *et al.*, 2006 ; Arnett *et al.*, 2006 ; 2007 ; Baerwald & Barclay 2011 ; Voigt *et al.*, 2015), d'autres ne considèrent pas ce paramètre en tant que facteur influençant l'activité chiroptérologique (Horn *et al.*, 2008 ; Kerns *et al.*, 2005). Des études récentes ont cependant permis de mettre en évidence une augmentation marquée de l'activité chiroptérologique entre 10 et 25 °C (Labouré 2021 ; Behr *et al.*, 2017 ; Heim *et al.*, 2016 ; Martin *et al.*, 2015).

L'activité des chiroptères est également corrélée à **d'autres variables météorologiques telles que la pression atmosphérique, l'humidité relative, le taux de précipitation, la couverture nuageuse, le brouillard ou encore le rayonnement lunaire** (Behr *et al.*, 2017 ; Heim *et al.*, 2016 ; Voigt *et al.*, 2015 ; Cryan *et al.*, 2014, Limpens *et al.*, 2013, Amorim *et al.*, 2012, Behr *et al.*, 2011, Brinkmann *et al.*, 2011, Baerwald & Barclay 2011 ; O'Donnell *et al.*, 2010 ; Bach & Bach 2009 ; Horn *et al.*, 2008 ; Kerns *et al.*, 2005). Cependant, les opinions sur ces autres paramètres météorologiques sont d'autant plus mitigées. Il semble toutefois plus vraisemblable que ces paramètres influent de manière concomitante sur l'activité des chiroptères ou l'abondance d'insectes (Corten & Veldkamp 2001 ; Behr *et al.*, 2011).

Enfin, le cycle circadien influence également l'activité chiroptérologique et ainsi le risque de collision (ENCIS Environnement, Labouré 2022). Les pipistrelles, noctules et sérotines sont souvent considérées comme des espèces crépusculaires et sont remplacées peu à peu au cours de la nuit par des espèces plus nocturnes à l'instar des barbastelles, murins et oreillards (Barataud, 2012). D'autres études suggèrent un regain d'activité à l'aube (Swift 1980). Les noctules, et plus particulièrement la Noctule commune, affichent ce second pic d'activité en fin de nuit (Kronwitter 1988 ; Rachwald 1992, Kanuch 2007 ; Arthur et Lemaire 2015). Ainsi, Behr *et al.*, en 2017 ont démontré que l'activité des chiroptères est maximale pendant la première moitié de la nuit. Le groupe des noctules (principalement la Noctule commune) est actif avant le coucher du soleil et avant le groupe des pipistrelles. Après le premier quart de la nuit, l'activité commence à diminuer, et diminue continuellement jusqu'au lever du soleil, avec une chute plus forte peu avant le lever du soleil. Parfois, un pic d'activité plus faible a été enregistré en fin de nuit, ce phénomène est principalement dû à l'activité des espèces de noctule. La Pipistrelle de Nathusius, montre un schéma légèrement différent de celui des autres espèces avec une activité culminant au milieu de la nuit. Ces résultats sont régulièrement observés sur les études de l'activité des chiroptères et peuvent varier en fonction de la saisonnalité (Arthur et Lemaire 2015 ; Newson *et al.*, 2015 ; Labouré 2021).

Ainsi, la mise en place de mesures sur la base des paramètres environnementaux apparaît comme une solution efficace pour diminuer les risques de collisions chez les chiroptères (Behr *et al.*, 2017 ; Good *et al.*, 2016 ; Martin *et al.*, 2015 ; Hein *et al.*, 2014).

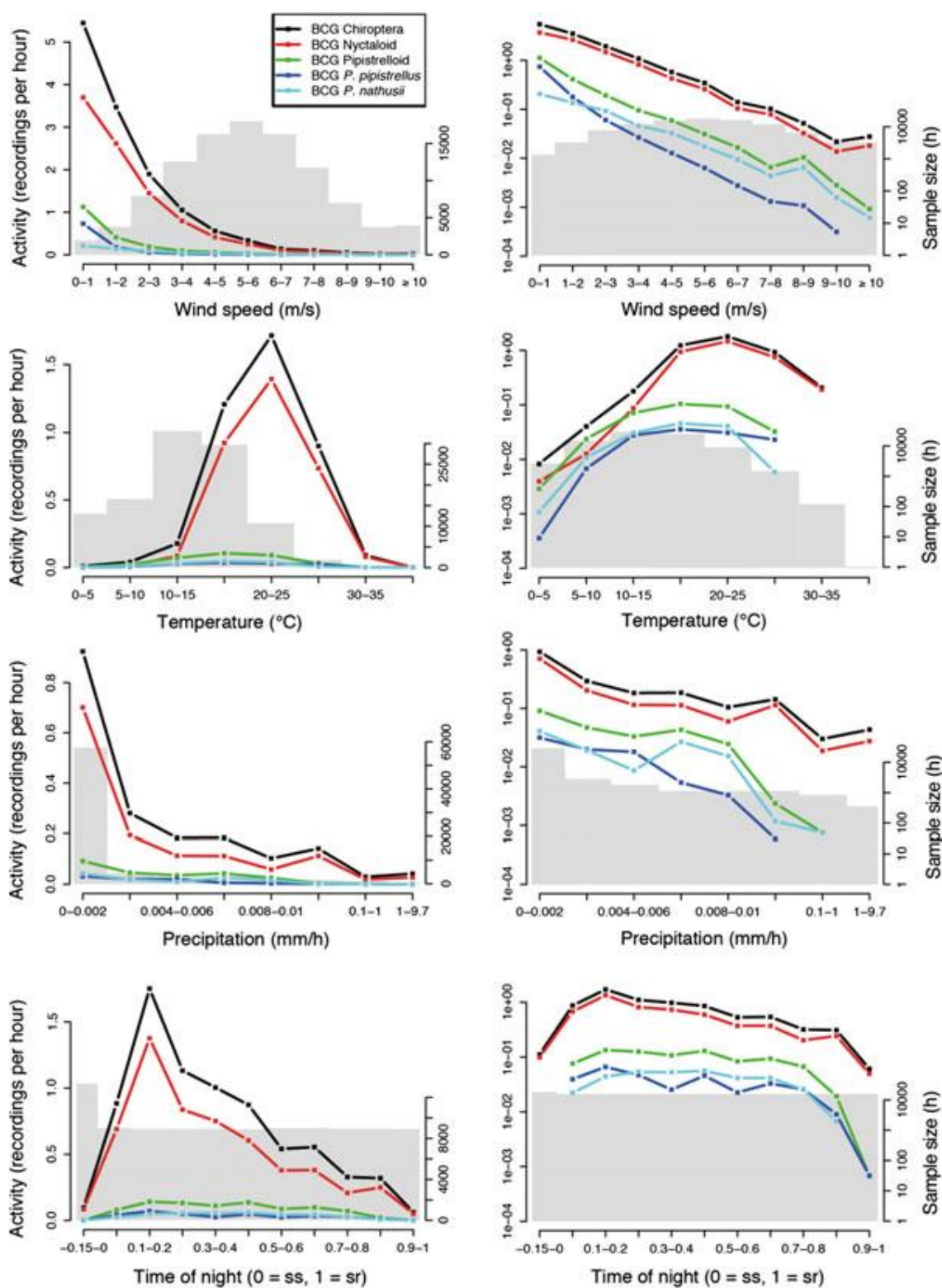


Figure 6 : Effet de différents paramètres sur l'activité des chiroptères mesurée en nacelle d'éolienne (sur 69 éoliennes dans 35 sites dans 5 différentes régions naturelles en Allemagne en 2008) (Behr et al., 2017)

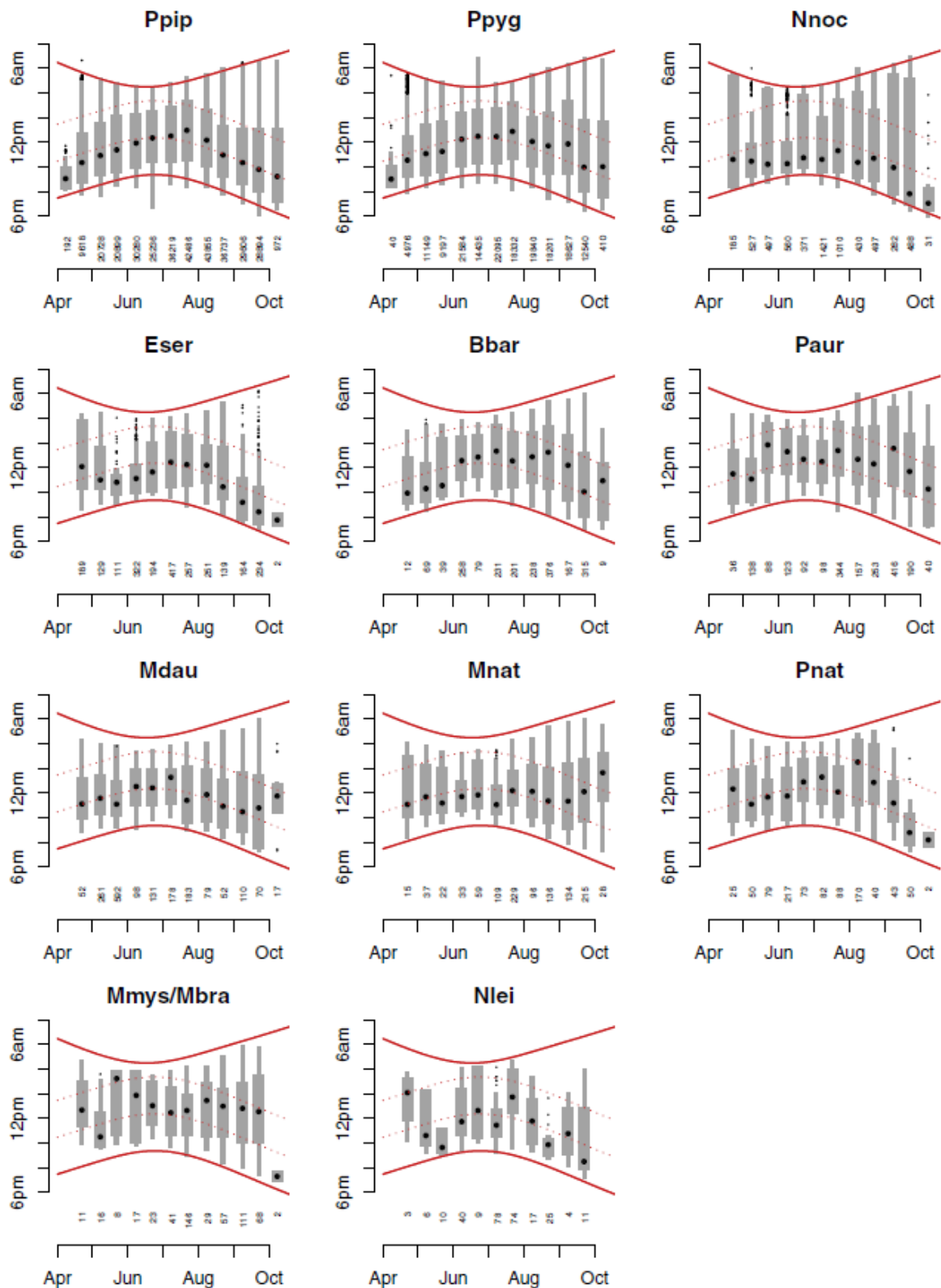


Figure 7 : Modèles d'activité nocturne de plusieurs espèces de chiroptères tout au long de la saison par rapport au coucher du soleil (Newson et al., 2015)

## Le type d'habitats

Les habitats présents au niveau des aménagements des parcs éoliens et dans les secteurs environnants influencent le risque de mortalité chez les chiroptères (Brinkmann *et al.*, 2011 ; Hensen 2004 ; Grindal & Brigham 1998).

Dans un premier temps, une mortalité par destruction d'habitats, et plus particulièrement dans le cas d'abattage d'arbres à cavités pouvant héberger des gîtes de chiroptères arboricoles est à relever. Ce premier risque de mortalité est à considérer durant la phase de travaux des aménagements du parc éolien et devient inexistant une fois les éoliennes mises en exploitation.

Dans un second temps, les habitats présents à proximité des éoliennes influencent les cas de mortalité des chauves-souris. Rydell *et al.*, en 2010 observent une mortalité de 0 à 3 chiroptères/éolienne/an en milieu ouvert, de 2 à 5 chiroptères/éolienne/an en milieu plus hétérogène, et de 5 à 20 chiroptères/éolienne/an sur la côte et en forêt (surtout sur les promontoires et crêtes). Ces résultats sont confirmés par plusieurs études :

- **Concernant les plans d'eau et les côtes**, l'implantation d'éoliennes à proximité de ces habitats représente un fort risque de mortalité sur les chiroptères en raison de l'abondance d'insectes (Ahlen *et al.*, 2003, Eurobats 2016).
- **Concernant les secteurs boisés**, une activité chiroptérologique plus élevée est observée, avec une influence significative de la distance aux boisements sur la densité d'espèces de bas et moyen vol (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Sérotine commune) mais les espèces de haut-vol ne semblent pas répondre à cette variable (Pipistrelle de Nathusius, Noctule commune, Noctule de Leisler) (Roemer *et al.*, 2019). Mathews *et al.*, en 2012 montrent également que la présence de bois dans un rayon de 1 500 m de parcs éoliens semble réduire le risque pour les pipistrelles suivant les lisières mais augmente le risque pour les noctules.

Parallèlement, **les haies** (à l'instar des lisières boisées) sont très importantes pour les chiroptères en fonction de leurs qualités et concentrent l'activité (Lacoeuilhe *et al.*, 2018 ; Lacoeuilhe *et al.*, 2016 ; Kelm *et al.*, 2014 ; Boughey *et al.*, 2011). Ainsi, l'étude de Kelm *et al.*, en 2014, présente une activité chiroptérologique concentrée dans les 50 premiers mètres à la haie (85 % des contacts enregistrés) qui devient anecdotique à partir de 200 m, ainsi que des espèces plus proches des haies (murins sp., Pipistrelle commune, Barbastelle d'Europe, Sérotine commune) que d'autres (Noctule commune, Pipistrelle de Nathusius).

Selon des études réalisées en Allemagne (Dürr 2003), plus la distance entre le mât de l'éolienne et les structures arborées avoisinantes (haies, lisières forestières) est faible et plus les cas de mortalité sont fréquents. Ainsi, plusieurs articles scientifiques et doctrines, à différentes échelles, recommandent une distance entre le bout de pale des éoliennes et les canopées des haies et boisements de 50 m (Dürr 2007 ; Kelm *et al.*, 2014 ; Natural England 2014) jusqu'à 200 m (Eurobats 2017 ; SFEPM 2016).

- **Concernant les milieux ouverts**, bien que moins attractifs pour la plupart des chiroptères ces habitats ne sont pas pour autant négligeables, notamment pour les espèces chassant en milieux ouverts comme les noctules et qui présentent un haut risque de collision (Bas *et al.*, 2014). Ainsi, même les

espaces « défavorables » aux chiroptères comme les grandes plaines agricoles peuvent causer de fortes mortalités (Brinkmann *et al.*, 2011).

Quel que soit le milieu d'implantation des éoliennes, il apparaît nécessaire de quantifier l'activité des chiroptères dans ces secteurs et de mettre en place des mesures adaptées pour éviter tout risque de collision (Kelm *et al.*, 2014 ; Boughey *et al.*, 2011). En effet, Lintott *et al.*, en 2016 relèvent le fait que des sites ayant été perçus comme "pauvres" en termes de qualité pour les chiroptères lors des inventaires pré-implantation, peuvent montrer des victimes après la construction des éoliennes. Cela pourrait être lié à un changement de comportement après l'implantation des éoliennes, et qui nécessiterait l'élaboration de stratégies d'atténuation, avec une compréhension du comportement des chauves-souris pouvant différer sur les sites après que les turbines ont été construites.

### Le modèle d'éolienne

Parmi les multiples facteurs influençant le risque de mortalité des chiroptères au niveau des parcs éoliens, le modèle d'éolienne choisi a une importance. En effet, plusieurs études se sont intéressées à ce sujet et ont permis de démontrer plusieurs phénomènes :

- **La taille du rotor.** Plus les rotors sont grands plus la mortalité des chiroptères augmente (Arnett *et al.*, 2008). En effet, la longueur des pales est le facteur qui influence le plus le risque de collision avec les chiroptères devant la hauteur de nacelle (Mathews *et al.*, 2016, Rydell *et al.*, 2010a).
- **La garde au sol.** Plus la garde au sol est basse, plus le risque de collision est accru pour les chiroptères. Ainsi, les gardes au sol inférieures à 30 m présentent de fort risque de mortalité pour les chiroptères notamment sur des espèces jusqu'alors peu concernées par ce type d'impact, de par leur hauteur de vol entre autres facteurs (Roemer *et al.*, 2017 ; Heitz *et al.*, 2017 ; Hein *et al.*, 2016).
- **La couleur des éoliennes.** Les couleurs blanche et gris clair des éoliennes semblent également influencer la présence d'insectes, et ainsi engendrer d'éventuels comportements de chasse à risque à proximité des éoliennes (Long *et al.*, 2011 ; Kunz *et al.*, 2007).

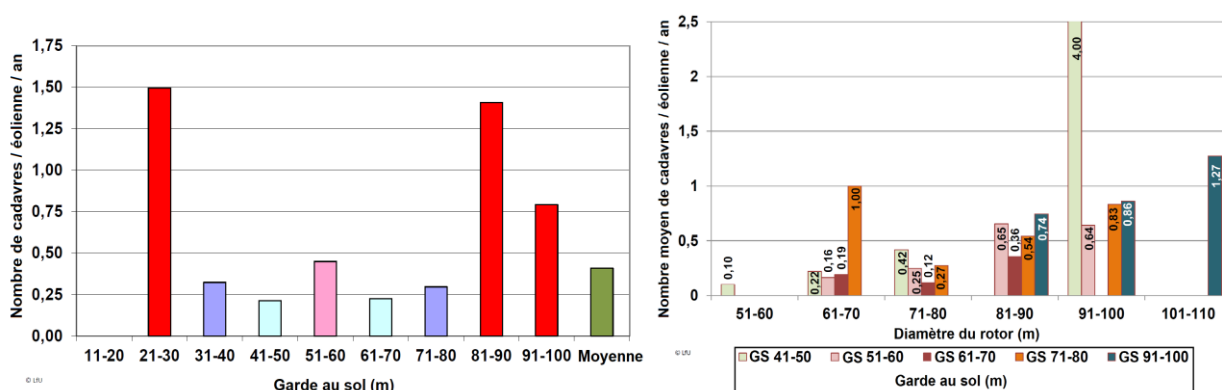


Figure 8 : Nombre de mortalités de chauves-souris par éolienne et par an en fonction de la garde au sol et du diamètre de rotor (Traduit de Dürre 2019, SFEPM 2020)

Ainsi, en 2020, la SFEPM préconise :

- De proscrire les hauteurs de garde inférieures à 30 m.
- De limiter la taille des rotors à moins de 90 m ou si les rotors sont supérieurs à 90 m de proscrire les gardes au sol inférieures à 50 m.

### Les phénomènes d'attractions

Comme nous l'avons abordé précédemment, les éoliennes peuvent elles-mêmes jouer un rôle localement attractif pour les chiroptères occasionnant des événements de mortalité (Cryan *et al.*, 2014a).

Les aérogénérateurs peuvent être confondus avec des arbres pouvant potentiellement comporter des **gîtes** ; tous les auteurs s'accordent sur ce sujet (Cryan & Brown 2007 ; Cryan *et al.*, 2014 ; Hull & Cawthen 2013 ; Kunz *et al.*, 2007).

Un autre phénomène est **l'attraction des insectes** par les éoliennes. Une partie des espèces de chiroptères sont assez opportunistes pour la nourriture en exploitant des ressources faciles telles que des insectes actifs nocturnes autour des éoliennes, ou espèces diurnes se reposant sur les machines (Bennett *et al.*, 2017 ; Foo *et al.*, 2017 ; Rydell *et al.*, 2016 ; Cryan *et al.*, 2014). La production de chaleur de certains types d'éoliennes pourrait concentrer les insectes, et donc augmenter le risque de mortalité des chiroptères par collision (Rydell *et al.*, 2010b ; Horn *et al.*, 2008 ; Ahlén 2002). De même, Horn *et al.*, (2008) ont vérifié que les abondances d'insectes sont supérieures à proximité des lumières de la FAA (Federal Aviation Administration), ce qui pourrait également être un facteur d'attraction pour les chiroptères. Dans la même étude, des images thermiques ont pu montrer des individus chassant activement autour de la nacelle et des pales. Johnson *et al.*, (2004) trouvent également des activités supérieures à proximité des **sources lumineuses** des éoliennes bien qu'une incidence directe sur la mortalité n'ait pu être mise en évidence. Outre la présence de nourriture, certaines espèces de chauves-souris dites héliophiles (Sérotine commune par exemple) ont assimilé que des nuages d'insectes pouvaient être présents au niveau de sources lumineuses, elles peuvent donc également être attirées par la luminosité et ce, y compris en l'absence d'insectes. Beucher *et al.*, (2013) ont aussi mis en évidence l'influence du facteur luminosité sur l'attractivité des éoliennes pour les insectes et les chauves-souris. La couleur des éoliennes et certains effets acoustiques sont aussi suspectés d'attirer les insectes volants et les chauves-souris dans la zone à risque (Long *et al.*, 2011 ; Kunz *et al.*, 2007). Ces phénomènes d'attractions des chiroptères sont confirmés par des études récentes portant sur des analyses des contenus stomacaux de chauves-souris mettant en évidence une correspondance entre les insectes présents à la surface des mâts et dans l'atmosphère autour des éoliennes (Foo *et al.*, 2017 ; Rydell *et al.*, 2016).

Les éoliennes peuvent également être des sources **d'écoulement d'eau** à l'extérieur de l'éolienne durant des nuits sans pluie (hypothèse de phénomènes de condensation) sur des épisodes courts mais intenses, pouvant provoquer un attrait des chiroptères qui reste à confirmer (Roch *et al.*, 2018).

À noter cependant que les comportements d'approches sont nettement plus nombreux lorsque l'éolienne est à l'arrêt, et ce dans des conditions environnementales proches, signifiant que les deux concepts de répulsion et d'attraction coexistent (Cryan *et al.*, 2014a).

### Conséquences de la mortalité sur les populations de chiroptères

Comme expliqué précédemment, la notion de population chez les chiroptères est complexe à estimer. Cependant, il apparaît important de prendre en compte l'étude de Frick *et al.*, menée en 2017. Cette étude montre que les taux actuels de mortalité due aux éoliennes apparaissent suffisamment élevés pour modifier considérablement la probabilité de stabilité de la population. Le risque d'extinction dans une gamme de scénarios démographiques plausibles pour des chauves-souris cendrées aux États-Unis serait plus fort, ces chiroptères sont proches des noctules européennes. La mortalité due aux éoliennes pourrait ainsi entraîner une réduction de 50 % de la taille de la population en seulement 50 ans, même dans un scénario optimiste d'une population de chauves-souris cendrées aussi importante que 10 millions de chauves-souris et avec un taux de croissance annuel moyen de 1 % par an, qui soutiendrait une croissance démographique stable. Cette étude souligne également que pour les chiroptères migrateurs, la mortalité liée aux éoliennes est susceptible d'impacter la viabilité des populations sur des scénarios démographiques probables. Elle suggère qu'à une échelle locale, l'implantation d'éoliennes pourrait suffire à faire chuter les effectifs d'une population jusqu'à l'extinction sur un pas de temps relativement court des cent prochaines années. Le graphique suivant représente ainsi les contours isolignes des déclin de population projetés après 50 ans de croissance, simulés avec une mortalité proportionnelle des chauves-souris cendrées, causés par les éoliennes, selon des combinaisons de tailles de populations initiales possibles ( $N_i$ ) et de taux de croissance de population ( $\lambda$ ). Les isolignes affichent les combinaisons de  $N_i$ , et où la population médiane de 10 000 simulations après 50 ans de croissance simulée était stable (ligne noire) ou a diminué de 25 %, 50 %, 75 %, 90 % et 95 %. La ligne pointillée montre l'isoligne de la stabilité de la population sans mortalité due aux éoliennes.

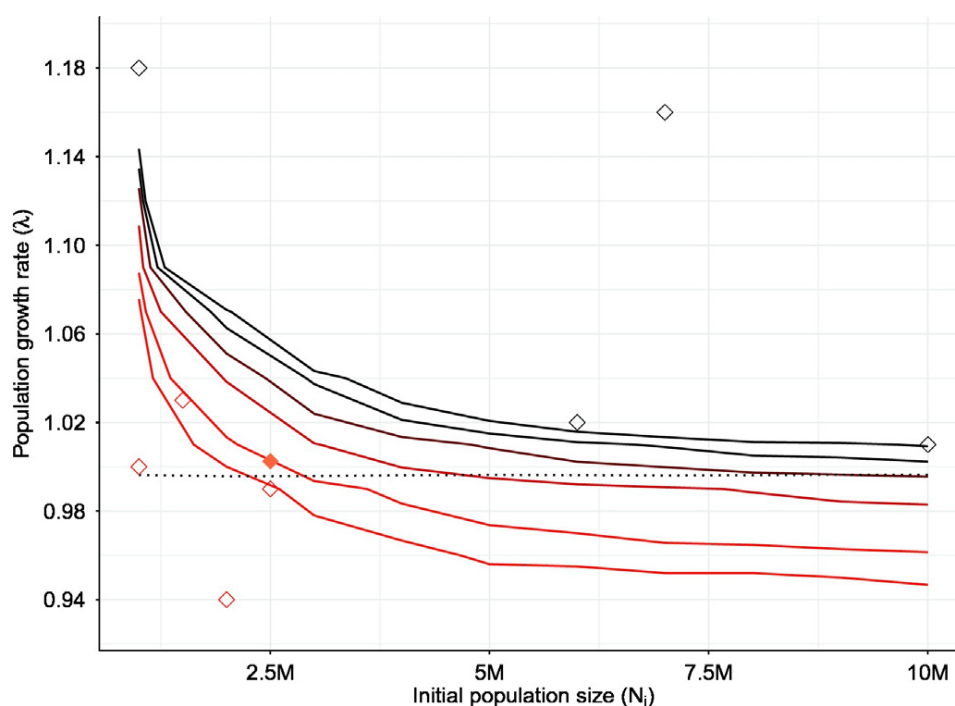


Figure 9 : Contours isolignes des déclin de population projetés après 50 ans de croissance simulée avec une mortalité proportionnelle des chauves-souris cendrées causées par les éoliennes selon des combinaisons de tailles de population initiales possibles ( $N_i$ ) et de taux de croissance de population ( $\lambda$ ) (Frick *et al.*, 2017)

Ainsi, la question du taux de mortalité acceptable se pose. Quelques études ont essayé de répondre à cette question via des méthodes de calcul estimant un nombre de cadavre par éolienne et par an, variant entre un et deux pour les chiroptères (Behr *et al.*, 2017 ; Brinkmann *et al.*, 2011).

Plusieurs études alertent sur le fait que, pour faire progresser la conservation des chauves-souris migratrices, il est essentiel de comprendre leurs modèles de migration. L'identification des schémas de déplacement permettrait alors de planifier l'emplacement des parcs éoliens pour atténuer les impacts sur les populations de chauves-souris. Cette information pourrait également être utilisée pour établir des normes pour une réduction « intelligente » (Jamin *et al.* 2020 ; Hayes *et al.*, 2019b ; Cryan *et al.*, 2014b ; Kunz *et al.*, 2007b).

***Cet état des connaissances indique tout d'abord un effet avéré potentiellement important de l'exploitation des parcs éoliens sur les populations de chiroptères. Les publications scientifiques mentionnées constituent parmi les seuls retours d'expérience en la matière, nombre de suivis comportementaux et de mortalité n'étant pas accessibles ou disponibles. Les diverses hypothèses avancées et souvent vérifiées ne représentent ainsi pas une seule cause de perturbation ou de mortalité des chiroptères par les éoliennes mais constituent différents facteurs agissants conjointement et dépendant des situations locales.***



## 2 Méthodes utilisées

## 2.1 Méthodologie et démarche générale

Le suivi environnemental analyse les impacts du projet sur l'avifaune et les chiroptères et, pour les installations soumises à autorisation, sur toute espèce protégée identifiée dont la sensibilité à l'éolien est avérée et présentant un enjeu dans l'évaluation environnementale préalable (dont l'étude d'impact). Puis, les conclusions de cette dernière sont comparées avec les impacts de ce suivi environnemental. En application du principe de proportionnalité, l'intensité du suivi à mettre en œuvre dépendra des espèces présentes et des enjeux identifiés sur le site, ainsi que de l'impact résiduel déterminé par l'évaluation environnementale pour ces espèces. Pour les installations soumises à autorisation, le suivi mené par l'exploitant devra explicitement se référer aux mesures préconisées par l'étude d'impact et rappeler les données ayant permis de qualifier et quantifier les impacts résiduels du parc éolien précisés par cette dernière. Le suivi mis en œuvre est en conformité avec le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2018).

L'intensité du suivi à mettre en œuvre est défini selon plusieurs critères (espèces observées, statuts de conservation, statuts réglementaires, tailles et dynamiques de population, sensibilité, note de risques, etc.).

### Avifaune

La sensibilité d'une espèce au risque de collision, comprise entre 0 et 4, correspond au rapport entre la mortalité recensée en Europe (Dürr, mises à jour régulières) et la taille de la population concernée. Les chiffres des populations européennes sont ceux publiés par BirdLife International (European Birds of Conservation Concern – Populations, trends and national responsibilities, BirdLife, 2017).

### Chiroptères

La sensibilité et la vulnérabilité sont regroupées sous la forme d'un seul coefficient pour les chiroptères. L'indice utilisé est ainsi la **note de risque**. Cette note, comprise entre 1 et 4, correspond au croisement entre le statut de conservation UICN national et le taux de mortalité en Europe. **Cet indice inclut ainsi la sensibilité et définit un risque pour les populations d'espèces.** Concernant les chiroptères, il n'existe effectivement pas d'évaluation des populations européennes ou nationales assez fiable, la vulnérabilité ne peut être définie avec précision d'où l'indice de risque utilisé.

Pour le parc éolien de Kerdrouallan (2023), le rapport de suivi environnemental remis à l'inspection des installations classées sera composé des suivis suivants :

- Suivi de l'activité des chiroptères ;
- Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères.

Le parc éolien de Kerdrouallan a fait l'objet d'un suivi environnemental en 2016 (AEPE-Gingko) : un suivi de l'évolution des habitats naturels et un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères ont été réalisés.

D'après les résultats présentés dans l'étude d'impact du parc éolien de Kerdrouallan, l'ensemble du cycle annuel des chauves-souris a été étudié.

Les protocoles utilisés ont permis d'établir la présence de **deux espèces**. Cependant, aucune écoute en altitude n'a été effectuée lors de l'étude d'impact. De ce fait, les espèces de haut vol sensibles à l'éolien sont potentiellement sous-estimées. Le suivi comportement de la présente étude cible précisément l'activité des chiroptères au niveau des rotors. Cela devrait permettre d'étoffer les résultats de l'étude d'impact, en particulier sur le groupe des espèces de haut vol, comme les noctules.

Les conclusions de l'étude d'impact réalisée par le bureau d'étude AEPE-Gingko de 2009 suite aux inventaires réalisés par l'association SEPNE Bretagne Vivante en 2007 sont les suivantes :

« A l'issue de ces observations, on peut considérer que le site ne présente pas de réelle sensibilité vis-à-vis des chiroptères. Une attention particulière sera tout de même portée en proximité des boniments et des haies de chênes matures présentes en bordure de chemin d'exploitation. »

*D'après l'étude d'impact de 2009, les impacts en phase d'exploitation du parc éolien de Kerdrouallan sur les populations de chiroptères sont considérés comme « globalement faibles ».*

*À noter qu'une mesure d'arrêt programmé a été préconisée à minima pour l'éolienne E1 située à proximité de linéaires arborés de bonne qualité.*

*Le présent suivi ICPE doit permettre d'affiner ces résultats, une corrélation entre les écoutes en nacelle et le suivi de la mortalité au sol sera réalisée.*

## 2.2 Suivi d'activité des chiroptères

### 2.2.1 Objectif et paramètres à prendre en compte

Le suivi de l'activité des chauves-souris permet d'évaluer l'état de conservation des populations de chiroptères présentes de manière permanente ou temporaire au niveau de la zone d'implantation du parc éolien. Il a également pour objectif d'estimer l'impact direct ou indirect des éoliennes sur cet état de conservation, en prenant en compte l'ensemble des facteurs influençant la dynamique des populations. Ce suivi porte sur chacune des phases du cycle biologique des chauves-souris (transits printaniers et gestation, mise-bas et élevage des jeunes, transits automnaux et swarming).

Les paramètres faisant l'objet du suivi de l'activité des chiroptères sont déterminés dans l'étude d'impact en fonction des enjeux et des impacts potentiels identifiés sur le parc éolien. Ainsi, ce suivi examine des paramètres tels que l'état des populations sur le site (diversité spécifique, activité d'une espèce donnée, *etc.*), le comportement des chauves-souris en vol, les périodes et conditions de présence des individus, *etc.*

### 2.2.2 Méthodologie et pression d'inventaire

#### 2.2.2.1 Inventaires ultrasoniques automatiques en nacelle

Le protocole d'écoute en nacelle a pour but de réaliser des inventaires sur une longue période et à hauteur de nacelle d'éolienne.

##### 2.2.2.1.1 Pression d'inventaire

La pression d'inventaire est fonction des espèces présentes identifiées dans le cadre de l'étude d'impact. Pour le parc de Kerdrouallan, les modalités suivantes ont été prévues pour le suivi automatique en nacelle : **un suivi entre les semaines 20 et 43 est préconisé.**

D'après l'étude d'impact de la ferme éolienne de Kerdrouallan, l'espèce présentant l'indice de vulnérabilité le plus important sur le cycle biologique actif est la **Pipistrelle commune** avec **une note de 3,5 sur une échelle de 4.**

Les résultats du suivi ICPE de 2016 ont mis en évidence une mortalité plus importante sur l'éolienne E3. **En raison de sa position centrale, de sa proximité avec un linéaire arboré (au nord-est) et des résultats du suivi ICPE de 2016, cette éolienne est considérée comme la plus appropriée pour être équipée d'un dispositif d'écoute des chiroptères.**

***De fait, le protocole présenté ci-après répond aux modalités prévues initialement et validées dans l'arrêté préfectoral d'autorisation (N° 18-643 du 23 mars 2018). Il est conforme également au protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens révisé en 2018.***

### 2.2.2.1.2 Protocole d'inventaire sur site

Un enregistreur automatique (modèle BATmode S2+ de BioAcousticTechnology) est placé à l'intérieur de la nacelle de l'éolienne et le microphone est inséré dans sa paroi (illustration suivante).



Figure 10 : Dispositif installé dans la nacelle d'éolienne (copyright : B.A.T.)

L'enregistreur est équipé d'un micro, placé sous la nacelle de l'éolienne au moyen d'un trou effectué dans la paroi de cette dernière. Ainsi, des relevés de la présence de chiroptères, dans un rayon allant jusqu'à 60 mètres autour du micro (distance variable selon les espèces), pourront être réalisés chaque nuit pendant les périodes d'inventaires. L'ensemble du dispositif est piloté par un ordinateur, placé dans la nacelle, et pilotable à distance.

### 2.2.2.1.3 Méthode d'analyse des résultats

Les pistes sonores sont analysées par logiciel afin de déterminer les espèces présentes ainsi que leur comportement. Le dispositif étant positionné sur une nacelle d'éolienne, les données sur les conditions extérieures récoltées par cette dernière sont utilisées afin de mener une analyse croisée des paramètres.

Dans le but d'obtenir des données exploitables servant de base à l'interprétation d'un chiroptérologue, trois étapes sont nécessaires :

#### Analyse automatique des données brutes

À chaque détection de cris, le dispositif BATmode enregistre et une piste sonore est générée au format numérique. Cette dernière est sauvegardée sur un disque dur, permettant par la suite un transfert vers un ordinateur à distance.

Le grand nombre d'heures d'écoute engendre une grande quantité de pistes sonores, difficilement analysables manuellement. C'est pourquoi un logiciel de reconnaissance automatique des signaux ultrasons est utilisé. Le logiciel SonoChiro® traite les enregistrements en deux étapes :

- Le processus de détection consiste à localiser puis caractériser dans les fichiers enregistrés un maximum de signaux potentiellement émis par les chiroptères.

- Le processus de classification s'appuie sur la caractérisation des signaux détectés lors de la phase précédente. Cette classification s'opère sur chaque fichier où le logiciel a détecté des signaux de chiroptères. À l'issue de cette phase de classification, chaque contact bénéficie d'une identification à 4 niveaux : espèce, groupe, indice de présence de buzz (son émis pour la détection d'une proie) et indice de présence de cris sociaux. Chaque niveau bénéficie d'un indice de confiance allant de 0 à 10 de façon à refléter le risque d'erreur d'identification. La présence d'une espèce est jugée fiable lorsque l'indice de confiance est supérieur à 5.



Figure 11 : Indices de confiance établis par SonoChiro® et risques d'erreurs associés

### Vérification des résultats par un chiroptérologue

Le logiciel de reconnaissance automatique génère un tableau de résultats. Pour chaque séquence enregistrée, un certain nombre de paramètres est donné (groupe, espèce, indices de confiance, nombre de cris, date de l'enregistrement, etc.). La validité des déterminations issues de la reconnaissance automatique par logiciel est variable selon la qualité des enregistrements, les espèces contactées et le nombre de cris par séquence. Les déterminations au groupe sont généralement fiables tandis que les déterminations fines (à l'espèce) doivent être validées par un chiroptérologue. Dans ce cadre, un chiroptérologue procède à une vérification des espèces sur la base de la bibliographie, de sa connaissance du terrain et des inventaires déjà réalisés. La présence de chaque espèce est vérifiée par un chiroptérologue.

**Dans la présente étude, à raison d'une proportion de parasites importante dans les enregistrements, l'analyse acoustique a été renforcée pour éliminer l'ensemble de ces derniers.**

Les séquences de qualité médiocre (faiblesse des sons, bruits parasites) ou dont les signaux peuvent correspondre à plusieurs espèces sans possibilités de les différencier, sont laissées au genre afin de limiter les marges d'erreur. À défaut de la connaissance de l'espèce pour certains enregistrements, le nombre de contacts enregistrés constitue une donnée permettant de quantifier l'activité chiroptérologique.

### Corrélation des données chiroptérologiques, météorologiques et astronomiques

La dernière étape de gestion et traitement des données consiste à mettre en conformité les données issues des enregistrements, les données fournies par l'éolienne et les données astronomiques de lever et coucher du soleil. À l'issue de cette opération, chaque enregistrement est défini par une série complète de paramètres permettant d'exploiter au mieux les données.

La mise en correspondance des données météorologiques et des enregistrements est réalisée par logiciel (macro Excel). Les enregistrements sont horodatés précisément tandis que les données météorologiques sont moyennées toutes les dix minutes. Concernant les vitesses de vent et la température, l'éolienne possède des instruments de mesure sur la nacelle.

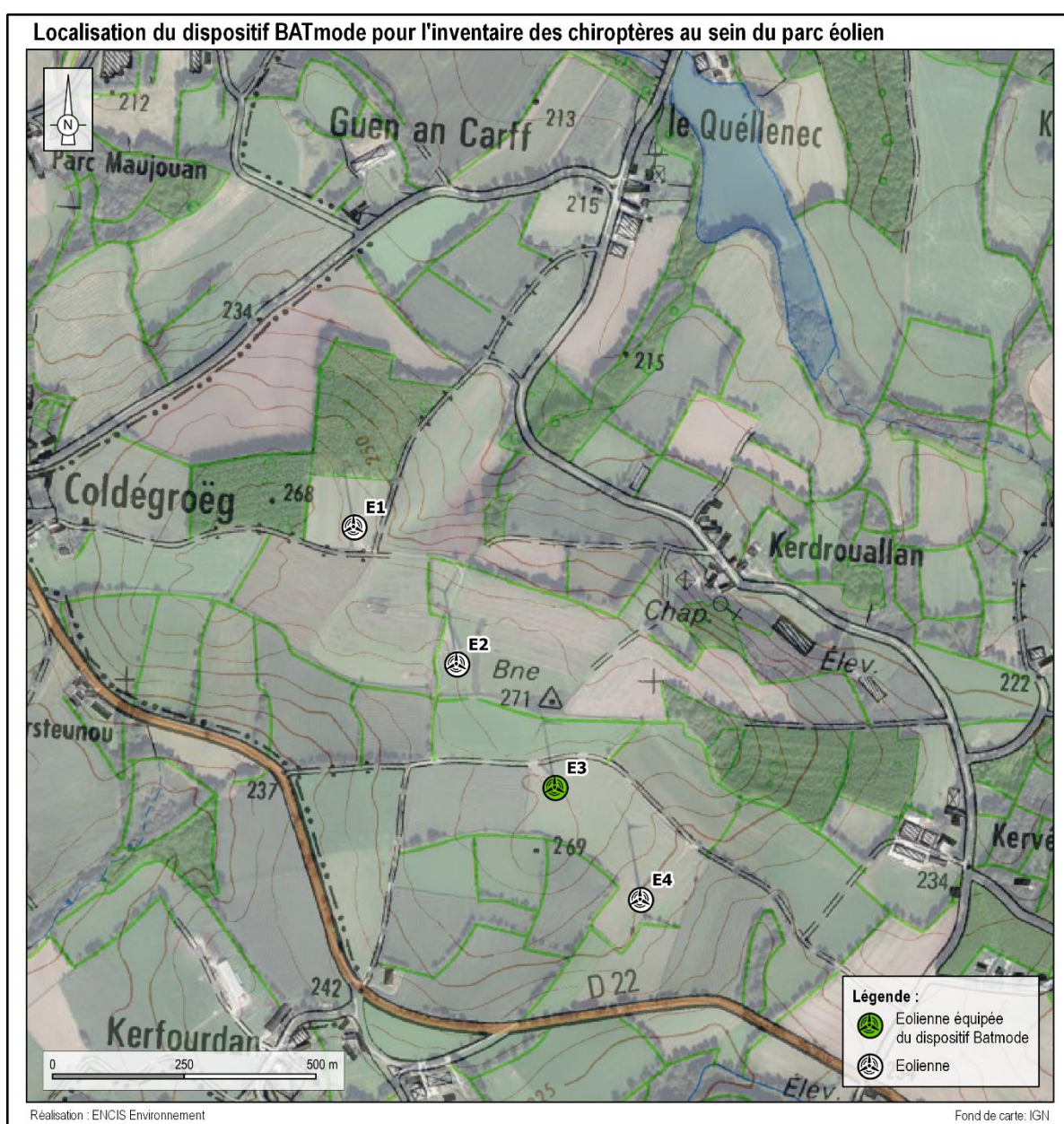
#### 2.2.2.1.4 Localisation des protocoles effectués

Le tableau suivant présente les habitats dans lesquels les points d'écoute ont été réalisés.

Numéro du point	Habitat	Type de milieu
<b>BATmode S2+</b>	Culture	Ouvert

Tableau 1 : Habitat et type de milieu inventorié

La cartographie suivante permet de rappeler la position de la BATmode S2+ sur l'éolienne associée.



Carte 3 : Localisation et dénomination des dispositifs BATmode S2+

### 2.2.3 Calendrier des inventaires

#### Inventaire en nacelle

Concernant les écoutes sur nacelle d'éolienne, la période de présence du dispositif va du 09 mai 2023 au 31/10/2023. Les analyses des écoutes ont été menées sur la majorité de la période d'activité des chiroptères.

Le volume des données brutes peut parfois être important lorsque l'éolienne génère des sons parasites, pour autant cela n'a pas été le cas ici.

Lors des périodes de maintenance ou du fait de problèmes techniques, il peut arriver que certaines nuits le dispositif ne fonctionne pas. Le monitoring permet d'identifier ces nuits de défaillance.

Pour Kerdrouallan, le dispositif ne présente aucun dysfonctionnement lors des inventaires 2023.

Inventaires et méthodes employées	Nb. sorties	Dates des campagnes	Horaires des inventaires	Conditions météorologiques d'observation			Personne ayant réalisé les inventaires
				Couverture du ciel	Température	Vent	
Chiroptères							
Enregistrements automatiques en nacelle (BATmode S2+)	175 nuits	Du 09 mai au 31 octobre 2023	D'une heure avant le coucher à une après le lever du soleil	-	-	-	Thomas GIRARD

Tableau 2 : Dates et conditions météorologiques des inventaires du milieu naturel

## 2.3 Suivi de la mortalité sur l'avifaune et les chiroptères

### 2.3.1 Principes et objectif

L'exploitation d'un parc éolien engendre un risque de mortalité pour la faune volante présente de manière ponctuelle ou répétée à proximité des aérogénérateurs, par collision avec les pales en mouvement ou par barotraumatisme. Afin de s'assurer que les populations d'oiseaux et de chiroptères ne soient pas affectées de manière significative par le parc éolien et que l'impact sur ces taxons n'excède pas les prévisions de l'étude d'impact, un suivi de la mortalité est effectué sur site.

Ce suivi repose sur une méthodologie proposée par le « protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » (2018), ainsi que sur les « suivis des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de chiroptères », document actualisé en 2016 par la SFEPM.

L'évaluation de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères engendrée par un parc éolien est réalisée par la recherche de cadavres au pied des aérogénérateurs. La technique consiste en une recherche visuelle au sol durant un trajet réalisé à pied, selon un parcours prédéfini et reproduit à plusieurs reprises durant une ou plusieurs périodes phénologiques au cours d'une année.

La mortalité réelle est ensuite estimée, lorsque cela est possible, par l'utilisation de différents estimateurs. Ces estimateurs intègrent plusieurs paramètres correcteurs, tels que la surface prospectée relative, l'intervalle de temps moyen entre deux prospections, l'efficacité du chercheur ou encore la durée de persistance des cadavres sur le site (liée notamment à la prédation par d'éventuels charognards).

Si la mortalité brute observée sur le parc peut permettre la mise en évidence d'un impact d'ordre qualitatif (incidence notable sur un taxon, période à risque ou éolienne particulièrement mortifère), seules les mortalités estimées peuvent être utilisées pour quantifier l'impact de manière globale, et éventuellement, être comparées à d'autres parcs éoliens.

Compte tenu des nombreux facteurs aléatoires régissant les différences entre la mortalité constatée sur site et la réalité, il est par ailleurs nécessaire d'être vigilant aux limites des estimations effectuées.

## 2.3.2 Protocole utilisé

### 2.3.2.1 Pression d'inventaires

La pression des inventaires et leur organisation au cours de l'année se définissent en fonction de la phénologie des espèces et tiennent compte des résultats de l'étude d'impact et des enjeux identifiés sur le site.

Le protocole national de suivi dans sa version de mars 2018 prévoit les modalités suivantes :

SEMAINE N°	1 A 19	20 A 30	31 A 43	44 A 52
<b>Le suivi de mortalité doit être réalisé :</b>	Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères	Dans tous les cas		Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères

Dans le cas du parc de Kerdrouallan, l'arrêté de permis de construire (N° PC 022 291 09 Q0004 du 22 mai 2011) est en accord avec l'étude d'impact et ne préconise aucun protocole de suivi. La pression d'inventaire a donc été définie pour répondre aux modalités prévues dans le protocole national de suivi (2018), à savoir un passage par semaine de la semaine 20 à 43, soit 24 passages.

***Au total sur l'année 2023, 24 prospections ont été réalisées dans le cadre du suivi de la mortalité, à raison d'une prospection par semaine, entre les semaine 20 et 43. Le calendrier complet des sorties est présenté en annexe.***

### 2.3.2.2 Nombre d'éoliennes prospectées

Compte tenu d'une potentielle hétérogénéité de la mortalité au sein d'un parc éolien, le protocole national préconise le suivi de :

- toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes et moins ;
- d'au moins  $8 + (n - 8)/2$  pour les parcs de plus de 8 éoliennes contenant  $n$  éoliennes.

***Ainsi, chacune des quatre éoliennes a été prospectée lors de ce suivi.***

### 2.3.2.3 Surface et méthode d'échantillonnage

La surface échantillon à prospecter correspond à un carré de 100 m de côté (ou deux fois la longueur des pales pour les éoliennes présentant des pales de longueur supérieure à 50 m) ou un cercle de rayon égal à la longueur des pales avec un minimum de 50 m.

Dans le cadre de ce suivi, pour chaque éolienne, un carré de 100 mètres de côté a ainsi été défini comme surface échantillon. La surface théorique d'échantillonnage couvre ainsi une surface de 10 000 m<sup>2</sup> par éolienne suivie.

Par la suite, le chercheur détermine un parcours à suivre et l'utilise invariablement lors de chaque prospection. L'espacement entre les transects ne doit pas dépasser 10 mètres, correspondant à une distance maximale de perception des cadavres par un observateur.

Le schéma suivant illustre la méthode théorique mise en place dans le cadre d'un suivi de la mortalité au pied d'une éolienne.

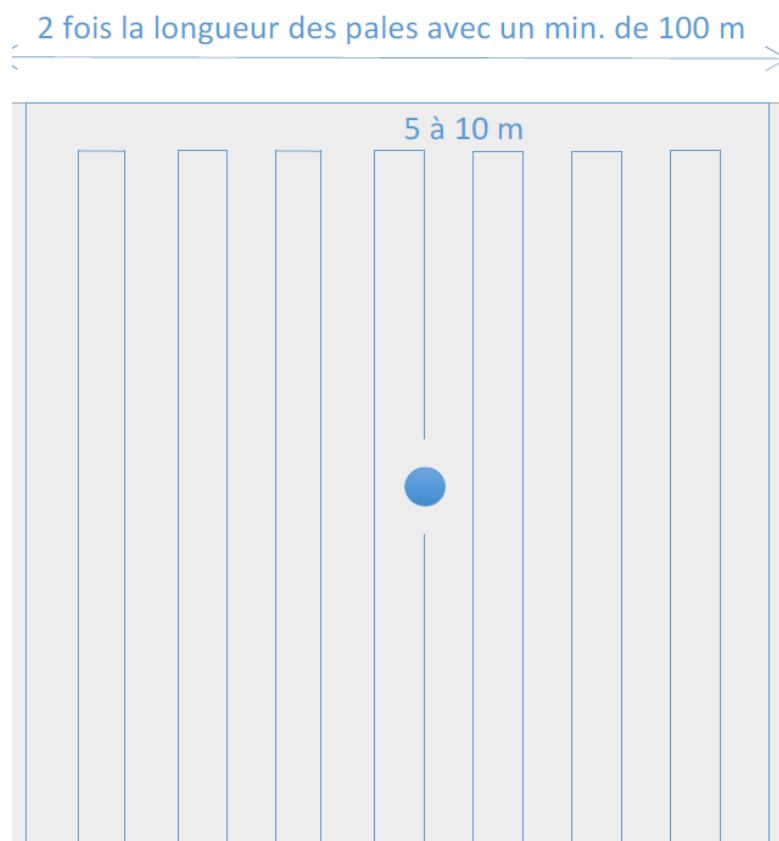


Figure 12 : Schéma du parcours théorique au pied d'une éolienne

Au cours de chaque prospection du suivi mortalité une fiche de données est complétée par le chercheur (cf. Annexes). De plus, à chaque découverte de cadavre, celui-ci est localisé par GPS, photographié et déterminé, puis, fait l'objet d'une fiche détaillée définie par le Ministère en charge des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (cf. Annexes). Cette fiche permet la saisie standardisée de l'espèce et des conditions de mortalité constatées.

#### 2.3.2.4 Découverte de cadavres

Dans le cadre du suivi de la mortalité, la découverte d'un cadavre d'oiseau ou de chauve-souris par l'exploitant ou par l'un de ses sous-contractants doit systématiquement faire l'objet d'une fiche détaillée. Cela permet ainsi le recensement standardisé des caractéristiques de l'espèce et des conditions de mortalité constatée.

Chaque cadavre découvert est localisé par GPS, photographié, déterminé (lorsque l'état du cadavre le permet), puis fait l'objet d'une fiche détaillée définie par le Ministère en charge des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (cf. annexes : **fiche de saisie standardisée**). Seules des mesures simples et nécessaires à l'identification des espèces (principalement chiroptères) sont réalisées sur le terrain. Les spécimens sont laissés en l'état à l'endroit de la découverte sans qu'aucun enlèvement, destruction ou perturbation ne soit réalisé (opérations nécessitant une demande de dérogation spécifique).

### 2.3.3 Déclaration d'incident faune volante

#### **Cadre réglementaire : Article R.512-69 du Code de l'environnement :**

*« L'exploitant d'une installation soumise à autorisation, à enregistrement ou à déclaration est tenu de déclarer, dans les meilleurs délais, à l'inspection des installations classées les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation qui sont de nature à porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L. 511-1.*

*Un rapport d'accident ou, sur demande de l'inspection des installations classées, un rapport d'incident est transmis par l'exploitant au préfet et à l'inspection des installations classées. Il précise, notamment, les circonstances et les causes de l'accident ou de l'incident, les substances dangereuses en cause, s'il y a lieu, les effets sur les personnes et l'environnement, les mesures d'urgence prises, les mesures prises ou envisagées pour éviter un accident ou un incident similaire et pour en pallier les effets à moyen ou à long terme. Si une enquête plus approfondie révèle des éléments nouveaux modifiant ou complétant ces informations ou les conclusions qui en ont été tirées, l'exploitant est tenu de mettre à jour les informations fournies et de transmettre ces mises à jour au préfet ainsi qu'à l'inspection des installations classées. »*

Ainsi, en cas de découverte d'un individu appartenant à une espèce menacée (catégorie UICN « VU », « EN », « CR » ou « RE »), ou en cas de découverte d'une mortalité massive, une **fiche de déclaration d'incident faune volante** est réalisée (version juillet 2022, FEE-DGPR-BARPI). Les informations relatives à la découverte du cadavre et les premiers éléments disponibles sont renseignés (contexte, mesure corrective, etc.). La fiche est ensuite transmise à l'exploitant, qui la complète (éléments techniques spécifiques au parc éolien notamment) et la transmet à l'administration (DREAL, DRIEAT et DEAL).

### 2.3.4 Détermination du statut biologique

Le statut biologique des individus est déterminé en fonction de plusieurs paramètres : date de découverte, critères morphologiques, phénologie de l'espèce, présence avérée en nidification, etc. En effet, il existe par exemple des périodes pendant lesquelles certaines espèces sont en phase migration alors que d'autres sont en phase de reproduction. Ce phénomène existe également entre des individus au sein de la même espèce. Si la caractérisation précise de la phase biologique n'est pas possible, c'est la phase présentant l'enjeu le plus important qui est retenue.

### 2.3.5 Méthodes d'estimation de la mortalité

L'estimation de la mortalité peut être réalisée par l'intermédiaire de plusieurs formules mathématiques considérées comme valides, issues de différents protocoles (Winkelman, 1989 ; Erikson, 2000 ; Jones, 2009 ; Huso, 2010 ; Korner, 2011 ; Etterson, 2013).

Ces formules prennent en compte un certain nombre de paramètres. Ceux-ci permettent d'intégrer certains biais liés aux divers facteurs aléatoires, induisant les différences entre la mortalité constatée sur site et la réalité.

Ainsi, d'une manière générale, outre le nombre de cadavres trouvés (mortalité brute), plusieurs variables sont à évaluer afin d'être utilisées comme paramètres correcteurs :

- **l'efficacité du chercheur** (efficacité du chercheur à détecter les cadavres au sol) ;
- **la persistance des cadavres** (durée moyenne de présence ou taux de persistance des cadavres avant prélèvement, notamment par des animaux charognards) ;
- **l'intervalle des prospections sur site** ;
- **les surfaces non-prospectables** (surfaces qui ne peuvent être prospectées en raison des contraintes liées au couvert végétal, au dénivelé, à la maîtrise foncière, etc.).

**Deux tests ont été réalisés pour mesurer l'efficacité de l'observateur et quantifier la persistance des cadavres sur le site.**

#### 2.3.5.1 Durée moyenne de l'intervalle (I)

La durée moyenne de l'intervalle (I) entre deux prospections doit être déterminée afin d'être prise en compte dans les calculs d'estimation de la mortalité. Elle est calculée comme suit :

$$I = \frac{\sum_i^S I_i}{r}$$

- Où :
- $I_i$  : durée de l'intervalle i
  - $r$  : nombre d'intervalles (entre chaque recherche)

#### 2.3.5.2 Test d'efficacité

Ce test a pour but de déterminer l'efficacité du chercheur, à savoir le nombre de cadavres trouvés par rapport à un nombre de cadavres déposés sur la zone de prospection.

Ainsi, afin de simuler des cadavres d'oiseaux et de chiroptères, une tierce personne (testeur) dépose entre trois et cinq cadavres (au moins) de poussins et/ou de souris, de tailles variées de manière aléatoire, sous chacune des éoliennes du parc. Les cadavres sont tout de même placés de manière à couvrir différents types de végétation présents, hors zones non-prospectées, et sont localisés par GPS.

Le chercheur effectue ensuite son parcours habituel. Le nombre de cadavres retrouvés est alors comptabilisé.

Le facteur de correction lié à l'efficacité des chercheurs ( $d$ ) correspond à la proportion de cadavres trouvés par rapport au nombre de cadavres déposés, soit :

$$d = \frac{d_t}{d_T}$$

- Où :
- $d_t$  : nombre de cadavres trouvés par le chercheur
  - $d_T$  : nombre de cadavres déposés initialement

Les paramètres des deux tests effectués sur l'année de suivi sont synthétisés dans le tableau suivant.

Test	Date	Nombre cadavres déposés		
		Petit (souris)	Gros (poussins)	Total
Test 1	06/06/2023	15	7	22
Test 2	12/09/2023	10	8	18
Total		25	15	40

Tableau 3 : Paramètres des tests de d'efficacité effectués sur l'année de suivi

### 2.3.5.3 Test de persistance

Ce test a pour but d'évaluer la durée de persistance des cadavres, afin d'en tenir compte dans l'estimation de la mortalité. Cette durée de persistance est notamment influencée par les prélèvements des charognards.

À la suite du test d'efficacité les cadavres leurres sont laissés sur place. Plusieurs prospections ont lieu les jours suivant, à J+1, J+3, J+6, J+9, J+13 ou jusqu'à la disparition des cadavres. Cela permet d'estimer la durée de persistance des cadavres dans le milieu.

Selon la méthode d'estimation, ce prélèvement peut être mesuré de différentes manières :

- **La durée moyenne de persistance des cadavres ( $t$ )**, utilisée dans les méthodes d'Erickson, de Jones et d'Huso, qui est calculée comme suit :

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{C_T} t_i}{C_T}$$

- Où :
- $t_i$  : durée de persistance du cadavre  $i$
  - $C_T$  : nombre de cadavres utilisés pour le test

- **Les taux de persistance des cadavres (d) de Jones et d'Huso**, qui sont détaillés dans la partie traitant des méthodes d'estimation de la mortalité (Protocoles « Jones » et « Huso »).

#### 2.3.5.4 Correction surfacique

La surface théorique de recherche sous l'éolienne n'est pas nécessairement prospectable dans son intégralité. En effet, la végétation présente peut rendre impossible le passage à pied (buissons, *etc.*) ou limiter la capacité d'observation du chercheur (cultures, prairies hautes, *etc.*). D'autres facteurs peuvent aussi être à l'origine d'une limitation de la prospection : autorisation d'accès sur les propriétés foncières, travaux à proximité de l'éolienne, *etc.*

Afin de pallier ce biais, le chercheur retranscrit sous SIG les surfaces prospectées lors de chaque visite. Un facteur de correction surfacique peut ensuite être appliqué lors des calculs d'estimation.

Le facteur de correction, calculé pour chaque prospection, est défini comme suit :

$$A = \frac{A_{Th}}{A_p}$$

Où :

- $A_{Th}$  : surface théorique
- $A_p$  : surface prospectée

#### 2.3.5.5 Estimation de la mortalité

Une fois la campagne d'inventaires réalisée, les résultats sont analysés par l'intermédiaire des différentes méthodes d'estimation de la mortalité.

Le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018) préconise la méthode suivante :

- Utiliser au moins 3 formules de calcul des estimateurs standardisés à l'échelle internationale pour faciliter les comparaisons :
  - la formule d'Huso (2010) ;
  - deux formules aux choix parmi : Erickson, 2000 ; Jones, 2009 ; Korner-Nievergelt, 2015 ; Limpens *et al.*, 2013 ; Bastos *et al.*, 2013, Dalthorp *et al.*, 2017, *etc.*
- Préciser l'incertitude de l'estimation de la mortalité.

**Les mortalités estimées sont calculées via le logiciel EolApp** développé par le **Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive** de Montpellier (UMR 5175, [www.cefe.cnrs.fr](http://www.cefe.cnrs.fr)). Ce logiciel permet de calculer la mortalité estimée selon les formules d'Huso, d'Erickson, de Winkelman et de Jones, **assorties de leurs intervalles de confiance** à 90 % et 95 %. En accord avec les préconisations du protocole 2018, les résultats de la formule d'Huso sont utilisés, ainsi que ceux des formules d'Erickson et de Jones. Les résultats issus de la formule de Winkelman ne sont pas retenus, cette formule étant jugée obsolète, notamment par la SFPEM qui préconise l'utilisation d'au moins trois des estimateurs suivants : Huso, Jones, Erickson, Korner-Nievergelt, Limpens, Bastos.

### 2.3.5.5.1 Protocole « Erickson »

En 2000, Erikson propose une formule intégrant la durée moyenne de persistance des cadavres, ainsi que la durée moyenne de l'intervalle entre les prospections. Par ailleurs, cette formule est utilisable même lorsque le taux de persistance des cadavres est nul. Dans ce cas, les résultats concernant la mortalité seraient, toutefois, sous-estimés.

$$N = \frac{(I * C)}{(t * d)} * A$$

- Où :
- $N$  : mortalité estimée
  - $I$  : durée moyenne (en jours) de l'intervalle entre deux prospections
  - $C$  : nombre de cadavres trouvés durant le suivi
  - $t$  : durée moyenne (en jours) de persistance des cadavres
  - $d$  : efficacité du chercheur
  - $A$  : coefficient de correction surfacique

### 2.3.5.5.2 Protocoles « Jones » et « Huso »

Ces deux protocoles sont très semblables et intègrent deux nouvelles variables :

- Le taux de persistance selon Jones (dont le calcul diffère d'un protocole à l'autre) ;
- Le coefficient correcteur de l'intervalle.

$$N = \left( \frac{C}{d * p * \hat{e}} \right) * A$$

- Où :
- $N$  : mortalité estimée
  - $C$  : nombre de cadavres trouvés durant le suivi
  - $d$  : efficacité du chercheur
  - $p$  : taux de persistance (voir calcul ci-dessous « Jones » ou « Huso »)
  - $\hat{e}$  : coefficient correcteur de l'intervalle (voir ci-dessous)
  - $A$  : coefficient de correction surfacique

Le coefficient correcteur de l'intervalle est défini comme suit :

$$\hat{e} = \frac{\text{Min}(I; \hat{I})}{I}$$

- Où :
- $I$  : durée moyenne (en jours) de l'intervalle entre deux prospections
  - $\hat{I}$  : intervalle effectif, soit :  $-\log(0,01) * t$
  - (-  $t$  : durée moyenne (en jours) de persistance des cadavres)

### « Jones »

En 2009, Jones *et al.*, proposent une méthode intégrant un taux de persistance et un coefficient correcteur de l'intervalle. Cette méthode repose sur les postulats suivants :

- Le taux de mortalité est constant sur l'intervalle défini ;
- La durée de persistance d'un cadavre suit une variable exponentielle négative (impliquant que la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle corresponde à la probabilité de disparition d'un cadavre à la moitié de l'intervalle).

Ainsi, Jones définit le taux de persistance comme suit :

$$p = e^{\left(\frac{-0,5 * I}{t}\right)}$$

Où :  
 -  $I$  : durée moyenne (en jours) de l'intervalle entre deux prospections  
 -  $t$  : durée moyenne (en jours) de persistance des cadavres

Ainsi :

$$N = \frac{C}{d * e^{\left(\frac{-0,5 * I}{t}\right)} * \hat{e}} * A$$

### « Huso »

En 2010, Huso propose une nouvelle évaluation du taux de persistance. En se basant sur la formule de Jones, elle considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle (second postulat de Jones) n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre.

Ainsi, Huso définit le taux de persistance comme suit :

$$p = \frac{\left(t * \left(1 - e^{\left(\frac{-I}{t}\right)}\right)\right)}{I}$$

Où :  
 -  $I$  : durée moyenne (en jours) de l'intervalle entre deux prospections  
 -  $t$  : durée moyenne (en jours) de persistance des cadavres

Ainsi :

$$N = \frac{C}{d * \left(\frac{t * \left(1 - e^{\left(\frac{-I}{t}\right)}\right)}{I}\right) * \hat{e}} * A$$

## 2.3.5.6 Postulat de chaque méthode d'estimation

Méthodes	Aire d'étude	Intervalle entre deux recherches	Persistance	Efficacité
<b>Erickson (2000)</b>	Pris en compte	Pas d'exigence	Pris en compte (Durée de persistance) Suppose que la prédation suit une loi exponentielle	Pris en compte (Test d'efficacité) Suppose qu'un cadavre non trouvé lors d'une recherche peut l'être aux suivantes
<b>Jones (2009)</b>	Pris en compte	Pas d'exigence	Pris en compte (Durée de persistance) Suppose que la prédation est constante dans l'intervalle entre deux recherches	Pris en compte (Test d'efficacité) Suppose qu'un cadavre non trouvé lors d'une recherche peut l'être aux suivantes
<b>Huso (2010)</b>	Pris en compte	Intervalle basé sur « i » (Le temps au-delà duquel la probabilité de persistance est inférieure à 1%)	Pris en compte (Durée de persistance) Suppose que la prédation suit une loi exponentielle	Pris en compte (Test d'efficacité) Suppose qu'un cadavre non trouvé lors d'une recherche ne peut l'être aux suivantes

Tableau 4 : Postulats de chaque méthode d'estimation

## 2.4 Limites des méthodes utilisées et difficultés rencontrées

### 2.4.1 Limites des méthodes employées

Pour réaliser le suivi des milieux naturels, des relevés ont été réalisés. Ces nombreux diagnostics ont permis de réaliser un inventaire le plus complet possible. Toutefois, rappelons qu'un inventaire naturaliste ne peut être prétendu totalement exhaustif. Néanmoins, la précision apportée au diagnostic s'adapte au mieux aux exigences d'un suivi environnemental.

#### 2.4.1.1 Limites des méthodes employées pour le suivi des chiroptères

Les inventaires réalisés in situ (acoustiques, prospections des gîtes) sont ponctuels dans l'espace et dans le temps. La quantification et la qualification du cortège et de l'activité chiroptérologique de la zone restent suffisantes au regard des enjeux et objectifs rattachés à cette étude.

Le travail de détection comporte une limite importante dans la détermination exacte des signaux enregistrés. En effet, malgré l'utilisation de matériels perfectionnés, le risque d'erreur existe concernant l'identification des espèces des genres *Pipistrellus* et *Myotis*. Dans ce cas, seul le genre est déterminé.

Les Murins émettent des fréquences modulées abruptes de très faible portée, dont l'enregistrement est presque impossible à plus de 4 ou 5 mètres de l'animal. Malgré l'utilisation de matériels perfectionnés, la distance de détection de ces espèces est limitée par la faible portée de leurs signaux.

Les émissions sonores des individus appartenant au genre *Rhinolophus* sont de faible intensité et sont indétectables à plus de 10 m de distance. Dans ce cas, seul le genre est déterminé.

Enfin, l'utilisation d'un matériel électronique peut induire des risques de problèmes techniques (pannes) temporaires.

#### 2.4.1.2 Limites des méthodes employées pour le suivi de la mortalité

Les relevés effectués lors des prospections permettent d'obtenir des résultats bruts. Plusieurs variables sont ainsi prises en compte lors de l'estimation afin de limiter les biais :

- La capacité de détection est variable en fonction du chercheur. Ce biais est corrigé par l'utilisation d'un ou plusieurs tests d'efficacité et la prise en compte du taux d'efficacité dans les calculs d'estimation. Toutefois, la variabilité de l'efficacité peut être liée à de multiples facteurs (luminosité extérieure, fatigue du chercheur, type de végétation sur la surface prospectée, etc.). Il est donc complexe de corriger ce biais avec précision.
- La durée de persistance des cadavres est estimée par la réalisation d'un ou plusieurs tests de persistance et la prise en compte du taux de persistance dans les calculs d'estimation. Toutefois, ce taux de persistance dépend de nombreux facteurs aléatoires et peut ainsi être variable temporellement et spatialement. De même, il est complexe de corriger ce biais avec précision.
- Les surfaces non-prospectées créent un biais d'échantillonnage qui est corrigé par le coefficient de correction surfacique, pris en compte dans les calculs d'estimation. Toutefois,

cette correction repose sur l'hypothèse que les cadavres se répartissent de façon homogène sous l'éolienne, au sein de la surface prospectée.

D'autres facteurs peuvent éventuellement limiter la robustesse des résultats :

- La surface de prospection est un carré comprenant la totalité de la zone de survol des pales (coté au moins égal à deux fois la longueur d'une pale). Il est possible que des individus soient éjectés en dehors de cette zone ou soient blessés et meurent à une distance bien plus éloignée. Il s'agit du « crippling loss », un biais peu étudié et non pris en compte dans les différentes méthodes d'estimation.
- L'efficacité du chercheur peut être limitée par les conditions météorologiques. Toutefois, ce biais est réduit car les sorties sont réalisées autant que possible lorsque la météo est favorable.

## 2.4.2 Difficultés rencontrées

### 2.4.2.1 Suivi des chiroptères

Les difficultés qui peuvent être rencontrées pour le suivi des chiroptères sont principalement d'ordre technique.

Concernant le suivi en nacelle via les BATmodes, des problèmes techniques peuvent occasionnellement survenir. Ils peuvent amener une perte d'information par arrêt temporaire des enregistrements de chauves-souris, cela n'a pas été le cas pour cet inventaire.

Un autre problème possible est l'enregistrement par les dispositifs BATmode S de sons qui ne proviennent pas de chiroptères. Ces sons « parasites » peuvent être dû à des bruits de l'environnement nocturnes et notamment des éoliennes. Une quantité modérée de sons parasites ont été enregistrés au cours de cet inventaire. Une vérification des séquences plus poussée a été réalisée afin d'identifier au maximum ces enregistrements parasites. Pour autant, ceci n'a pas altéré les résultats du suivi.

Ces limites protocolaires ne modifient pas les conclusions globales des analyses sur le comportement, la diversité et la quantité des chiroptères présents en vol à hauteur de nacelle sur le site de Kerdrouallan.

### 2.4.2.2 Suivi de la mortalité

Les conditions météorologiques (la luminosité souvent limitée par les brumes et le brouillard) ont pu limiter la détection des cadavres.

De plus, par manque de visibilité et afin de limiter les dégâts aux cultures occasionnés par le passage de l'observateur, les parcelles cultivées n'ont pas été prospectées au-delà d'une hauteur de 30 cm pour le blé. Ainsi la surface prospectée s'est trouvée réduite aux seules plateformes et à des portions de voies d'accès lorsque la hauteur des couverts n'a plus permis de pénétrer sur les parcelles. Par ailleurs, le développement important d'un milieu herbacé sur les plateformes a considérablement réduit la surface prospectable de ces dernières.

Enfin, la présence de chasseurs et de chiens de chasse sur le parc éolien a impacté la prospection, notamment les 31 août et le 21 septembre. Par ailleurs, la présence des chiens de chasse, ainsi que des chiens de promeneurs, a pu contribuer à la disparition rapide des carcasses sous les éoliennes.

A chaque sortie, les surfaces n'ayant pu être prospectées sont recensées. Ces valeurs sont prises en compte dans les calculs d'estimation de la mortalité (correction surfacique).



*Photo 3 : Vue d'ensemble du parc éolien en condition ensoleillée, de brumes et de brouillard*



## 3 Résultats et analyse du suivi d'activité des chiroptères

### 3.1 Bilan des connaissances de l'étude d'impact

D'après les résultats présentés dans l'étude d'impact du parc éolien de Kerdrouallan, l'ensemble du cycle annuel des chauves-souris a été étudié.

Les protocoles utilisés ont permis d'établir la présence de **deux espèces**. Cependant, aucune écoute en altitude n'a été effectuée lors de l'étude d'impact. De ce fait, les espèces de haut vol sensibles à l'éolien sont potentiellement sous-estimées. Le suivi comportement de la présente étude cible précisément l'activité des chiroptères au niveau des rotors. Cela devrait permettre d'étoffer les résultats de l'étude d'impact, en particulier sur le groupe des espèces de haut vol, comme les noctules.

Les conclusions de l'étude d'impact réalisée par le bureau d'étude AEPE-Gingko de 2009 suite aux inventaires réalisés par l'association SEPNE Bretagne Vivante en 2007 sont les suivantes :

« À l'issue de ces observations, on peut considérer que le site ne présente pas de réelle sensibilité vis-à-vis des chiroptères. Une attention particulière sera tout de même portée en proximité des boniments et des haies de chênes matures présentes en bordure de chemin d'exploitation. »

*D'après l'étude d'impact de 2009, les impacts en phase d'exploitation du parc éolien de Kerdrouallan sur les populations de chiroptères sont considérés comme « globalement faible ».*

*À noter qu'une mesure d'arrêt programmé a été préconisé à minima pour l'éolienne E1 située à proximité de linéaires arborés de bonne qualité.*

*Le présent suivi ICPE doit permettre d'affiner ces résultats, une corrélation entre les écoutes en nacelle et le suivi de la mortalité au sol sera réalisé.*

## 3.2 Suivi de l'activité des chiroptères en 2023

### 3.2.1 Suivi ultrasonique automatique permanent en nacelle

Les résultats présentés dans cette partie correspondent aux inventaires réalisés à l'aide d'un détecteur automatique d'ultrasons de type BATmode S2+, installé au niveau des nacelles des éoliennes. Ces inventaires sont réalisés en continu durant les périodes les plus importantes du cycle biologique des chiroptères, du 09 mai 2023 au 31 octobre 2023.

Le dispositif est donc resté installé durant 175 nuits et **l'analyse porte sur l'ensemble de ces nuits**, elles se situent en effet dans le cycle biologique actif des chiroptères (mars à novembre).

#### 3.2.1.1 Diversité et activité spécifique enregistrée

##### 3.2.1.1.1 Résultats obtenus sur l'ensemble du cycle

Le tableau suivant présente les résultats issus des analyses du logiciel SonoChiro®. Ces données ont été vérifiées par un chiroptérologue afin d'obtenir une liste d'espèces dont la présence est certifiée. La plupart des contacts ont été vérifiés en raison d'un grand nombre de séquences comportant des parasites liés à l'éolienne. Par cette méthode, les résultats présentés dans le tableau suivant constituent une base de données jugée fiable.

Genre	Espèces	Recensement						Total estimé
		Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	
<i>Eptesicus</i>	Sérotine commune		10	6	2	5		23
<i>Nyctalus</i>	Noctule de Leisler					16		16
<i>Pipistrellus</i>	Pipistrelle commune		241	201	142	1 414	706	2 704
	Pipistrelle de Kuhl		28	24	42	86	76	256
	Pipistrelle de Nathusius		23	20	10	233	44	330
<i>Plecotus</i>	Oreillard roux					1		1
Recensements n'ayant pas pu être déterminés à l'espèce								
	Sérotine / Noctule sp.		14	13	16	30		73
	Murin sp.						12	12
	Pipistrelle de Kuhl / Nathusius		39	18	6	62	128	253
	Pipistrelle sp.		29	39	16	142	49	275
<b>Total</b>	<b>7 espèces</b>	<b>0</b>	<b>384</b>	<b>321</b>	<b>234</b>	<b>1 989</b>	<b>1 015</b>	<b>3 943</b>

Tableau 5 : Répartition du nombre de contacts par espèce et par éolienne

**La diversité spécifique inventoriée par le protocole d'écoute permanente sur nacelle d'éolienne est qualifiée de modérée pour un milieu en hauteur, avec la présence de sept espèces identifiées de manière certaine.**

En hauteur, on constate une cohérence avec la bibliographie disponible, au travers d'une plus forte proportion des espèces dites de haut-vol ou de lisière généralistes (Noctule de Leisler, Sérotine

commune et pipistrelles) qui totalisent presque toute l'activité, les espèces plus forestières comme les murins et l'Oreillard roux n'étant contacté que ponctuellement.

Ainsi, la Pipistrelle commune regroupe la majorité de contacts avec 69 % du total. La Pipistrelle de Nathusius est la seconde espèce la plus représentée. La Pipistrelle de Kuhl, les Pipistrelle sp. et les Pipistrelles de Kuhl / Nathusius (espèces n'ayant pu être identifiées avec précision) suivent avec respectivement 7 % ; 7 % et 6 % de l'activité en hauteur.

Le groupe des Sérotine / Noctule est moins bien représenté (2 % des contacts), la Sérotine commune avec 1 % et la Noctule de Leisler moins d'un pourcent des contacts.

Les murins et l'Oreillard roux sont présentes de manière anecdotique sur ce site avec 12 contacts pour les murins et un seulement pour l'oreillard.

On notera donc la forte présence des Pipistrelles, particulièrement de la Pipistrelle commune et de la Pipistrelle de Nathusius. La Pipistrelle de Nathusius est une espèce migratrice sensible à l'éolien spécialisée dans le vol en hauteur.

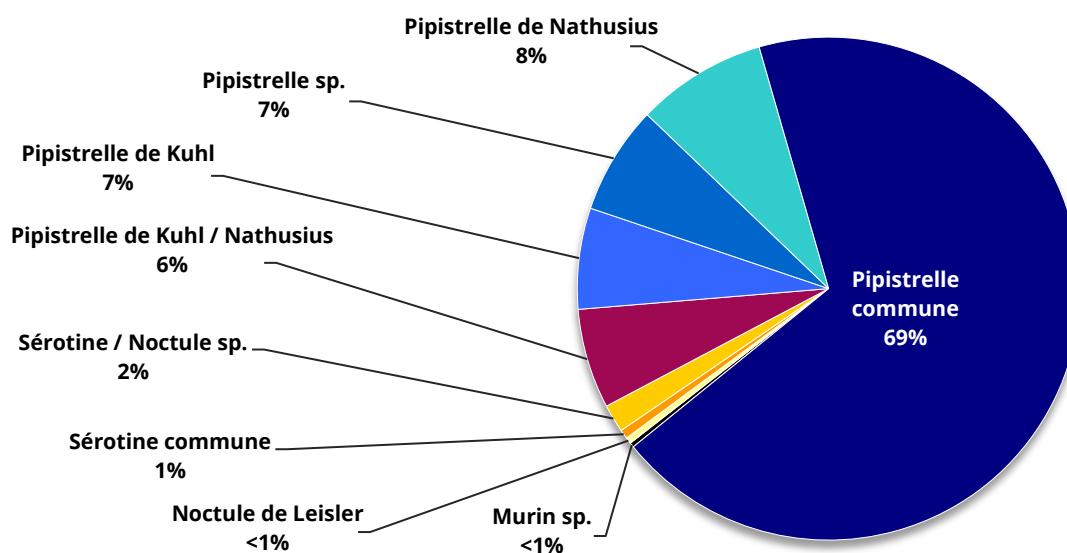


Figure 13 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur l'ensemble de la période d'étude

### 3.2.1.1.2 Résultats mensuels obtenus

Le tableau suivant présente le nombre de contacts enregistrés mensuellement. Ils ont également été ramenés au nombre de nuits présentant un contact chiroptérologique.

	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Total
Nombre de contacts	0	384	321	234	1 986	1 015	3 943
Nombre de nuits d'enregistrements	22	30	31	31	30	31	175
Pourcentage du nombre de contacts par nuit	0 %	10 %	8 %	6 %	51 %	25 %	/
Moyenne du nombre de contacts par nuit	0	13	10	8	66	33	23

Tableau 6 : Répartition du nombre de contacts en fonction des mois d'inventaires

On constate que la période de transits automnaux et swarming est la phase avec le plus d'activité, notamment en **septembre** où elle est considérée comme **très forte**. La période de mise-bas et d'élevage des jeunes à une activité moindre, mais est cependant considérée comme modérée.

### 3.2.1.1.3 Résultats obtenus en fonction du mois d'inventaire

**En comparant les mois entre eux, on note une forte prédominance du groupe des pipistrelles et notamment de la Pipistrelle commune.** La Pipistrelle de Nathusius est également fortement présente en septembre.

Les mois de septembre et d'octobre concentrent la majorité des contacts enregistrés sur le site, soit plus de 3 001 contacts sur ces deux mois. C'est durant cette période que l'activité est la plus intense avec une large proportion de Pipistrelle de Nathusius, potentiellement en migration vers les sites de swarming. À noter que des sites de swarming pour cette espèce sont présents à une vingtaine de kilomètres au nord-est du parc sur la commune de Pordic (Atlas Des Mammifères De Bretagne, Groupe Mammalogique Breton, 2015), ceci pouvant expliquer leur forte présence sur le parc éolien de Saint-Gildas.

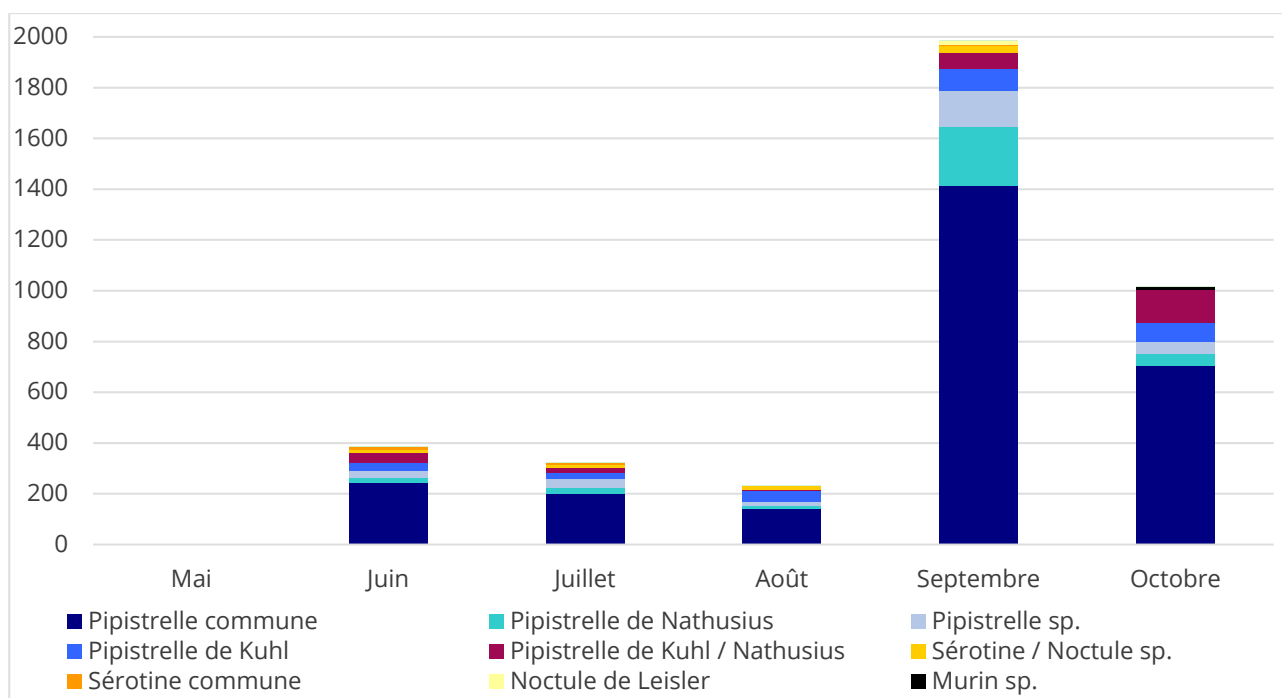


Figure 14 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement

#### 3.2.1.1.4 Résultats obtenus en fonction de la nuit d'inventaire

Le graphique suivant illustre l'activité chiroptérologique par nuit d'inventaire. Ainsi, l'activité inter-journalière des chauves-souris est très irrégulière. Le nombre de contacts enregistré par nuit varie de 0 à 646 contacts. **Cette variabilité journalière reste particulièrement complexe à anticiper, dépendant de multiples facteurs, à l'instar des conditions météorologiques ou des ressources alimentaires disponibles, etc.** Il est dans l'état des connaissances actuelles très difficile de comprendre ces variations mais une hypothèse de migration peut être formulée sur ce site. En effet, des pics d'activités très forts et concentrés sur certaines nuits peuvent survenir brusquement, comme au mois de septembre et d'octobre, ce qui correspond aux périodes de migration.

Pour rappel, le dispositif fut opérationnel depuis le 09 mai 2023, et l'arrêt des écoutes dans le cadre des analyses suivantes a été fixé au 31 octobre 2023. Les premiers contacts de chauves-souris ont été recensés le 5 juin 2023.

Plusieurs nuits ont donc enregistré un nombre de contact conséquent. En effet, alors que la plupart des nuits ne dépassent pas la centaine de contacts enregistrés, il y a eu 625 contacts la nuit du 06 septembre, 272 et 356 celle du 07 et du 08 septembre, et enfin 646 le 08 octobre.

Tous ces contacts incluent surtout la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Nathusius. Une activité migratoire locale pour la Pipistrelle commune entre des sites d'estivages et hivernaux est plausible, notamment en raison des pics situés au début puis à la fin de la saison d'activité des chiroptères. Le nombre de contact important sur le site pour l'espèce plaide aussi en faveur de phénomènes migratoires entre différents sites de reproduction et d'hibernation. La présence d'une ou plusieurs colonies dans le secteur est donc fortement probable.

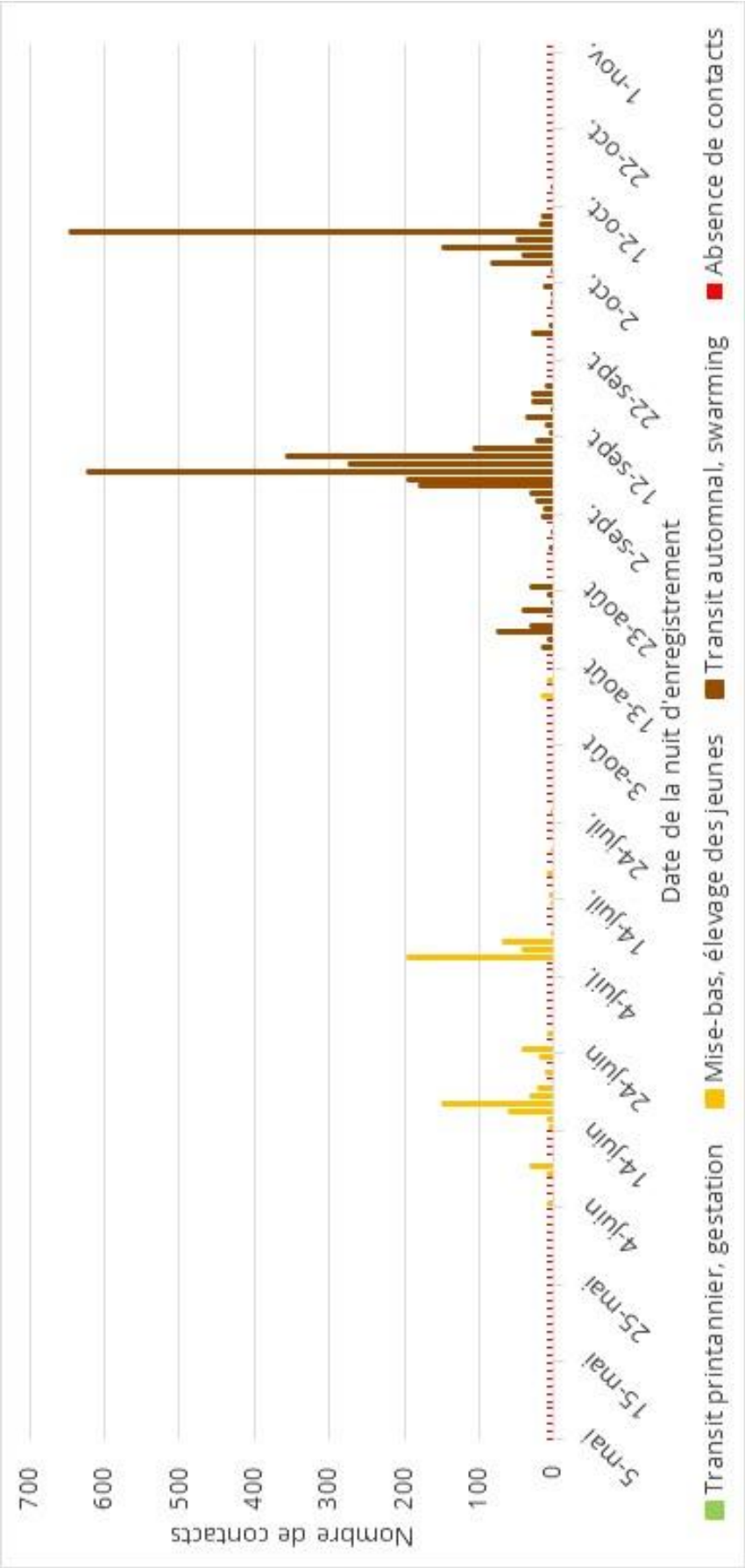


Figure 14 : Répartition du nombre de contacts par jours durant l'ensemble de la période d'inventaire

### 3.2.1.2 Activité chiroptérologique en fonction des facteurs astronomiques et météorologiques

#### 3.2.1.2.1 Activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien

Résultats obtenus sur l'ensemble de la période d'étude

La répartition du nombre de contacts en fonction des heures de la nuit et de la période de l'année est représentée dans le graphique suivant. Ainsi, ce dernier est présenté sous la forme d'une carte de chaleur affichant la densité de contacts chiroptérologiques. Les aplats de couleurs représentent l'intensité de l'activité chiroptérologique, répartie entre les heures de la nuit (heure astronomique et non civile) en ordonnée, et les jours de l'année en abscisse. La couleur blanche correspond à l'absence de contacts.

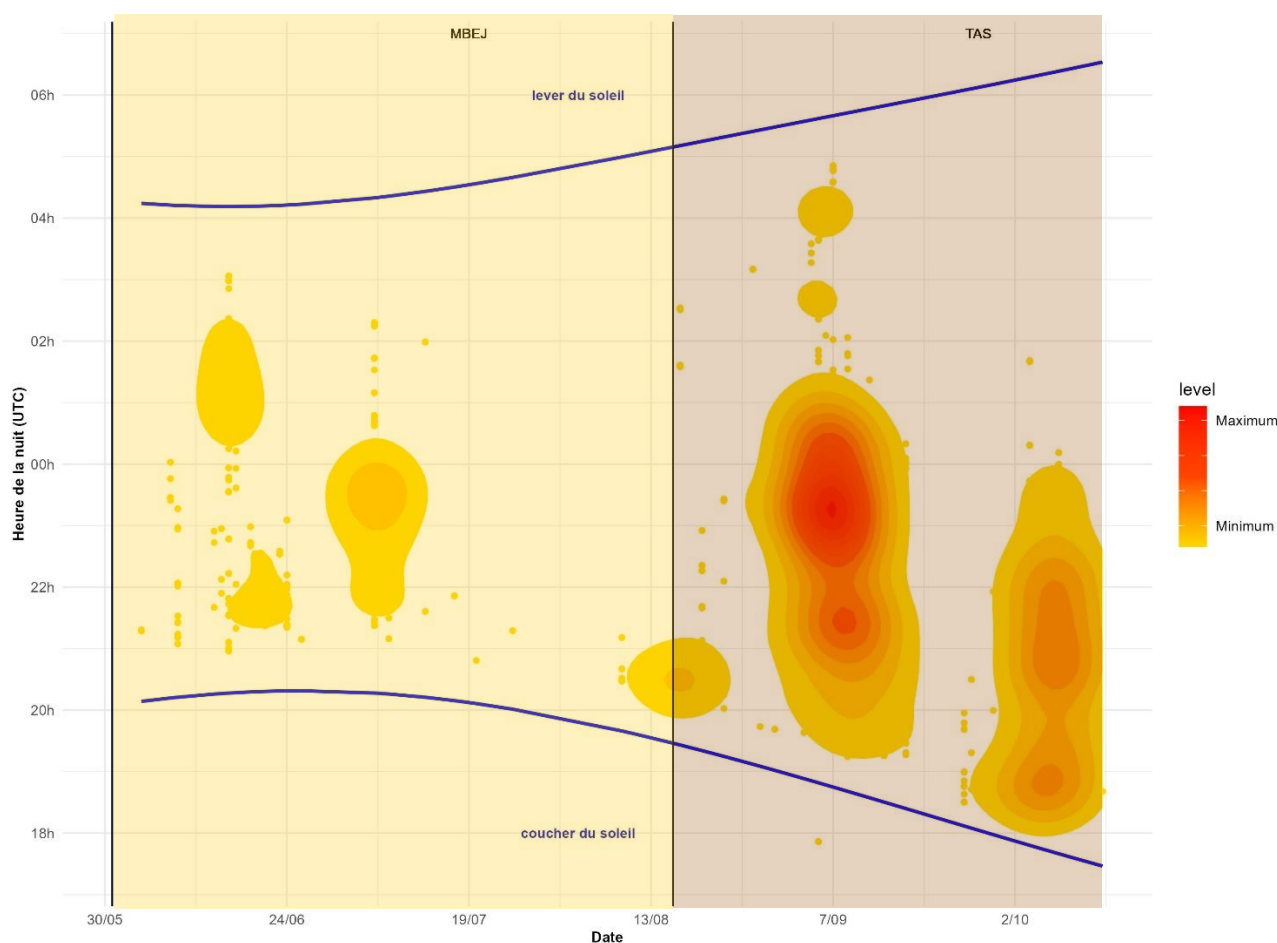


Figure 15 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien

Selon les données bibliographiques, il existe une baisse progressive du niveau d'activité au cours de la nuit. Cette baisse peut être accentuée par des facteurs limitants, comme le début et la fin de la saison, ou encore des températures froides.

Sur la période analysée cette tendance n'est pas réellement observée, hormis en août où l'activité a été plus faible.

On constate des niveaux d'activités qui restent assez réguliers durant la nuit à certaines périodes, voir même qui réaugmentent peu avant le lever du soleil. Les nuits à très forte activité (précédemment

identifiée) montrent en effet une activité intense des chiroptères jusqu'à 6 h après le coucher du soleil. On notera également un regain en fin de nuit, lors des pics d'activité de septembre, 2 h avant le lever du soleil.

Plusieurs études suggèrent la présence d'un regain d'activité à l'aube pour certaines espèces de chiroptères. C'est le cas par exemple des pipistrelles, qui montrent un pic d'activité au crépuscule et au lever du soleil. Ces deux périodes correspondent en effet aux pics d'activité des insectes nocturnes, et donc des chiroptères pour leur activité de chasse (Swift, 1980).

Sur toute la période étudiée, des contacts isolés sont enregistrés aussi bien en début qu'en fin de nuit, cela correspond aux points jaunes épars.

#### 3.2.1.2.2 Activité chiroptérologique en fonction de la température

La température semble jouer un rôle sur l'activité chiroptérologique. Si plusieurs auteurs concluent à une corrélation positive entre l'augmentation de la température et l'activité (Redell et al. 2006 ; Arnett et al. 2006, 2007 ; Baerwald and Barclay 2011), d'autres ne considèrent pas ce paramètre en tant que facteur influant indépendamment sur l'activité chiroptérologique (Horn et al. 2008 ; Kerns et al. 2005). Arnett et al. 2006 ont en outre observé qu'au-dessus de 44 m d'altitude, l'activité n'était en rien affectée par la température. Les opinions sur les autres paramètres météorologiques, sont d'autant plus mitigées. La pression atmosphérique (Cryan and Brown 2007 ; Cryan et al. 2014) et l'hygrométrie (Behr et al. 2011) pourraient également influencer sur l'activité chiroptérologique. Il semble toutefois vraisemblable que ces paramètres influent de manière concomitante sur l'activité des chiroptères (ce qui serait aussi le cas de la température) comme le montrent Behr et al. (2011), ou sur l'abondance d'insectes (Corten and Veldkamp 2001). Enfin, l'expérience montre qu'en fonction des saisons, l'importance de ce facteur sur l'activité chiroptérologique oscille fortement.

#### Résultats obtenus sur l'ensemble de la période d'étude

Le graphique suivant présente parallèlement les occurrences de températures nocturnes enregistrées par la nacelle de l'éolienne et le nombre de contacts de chiroptères en fonction de ces températures.

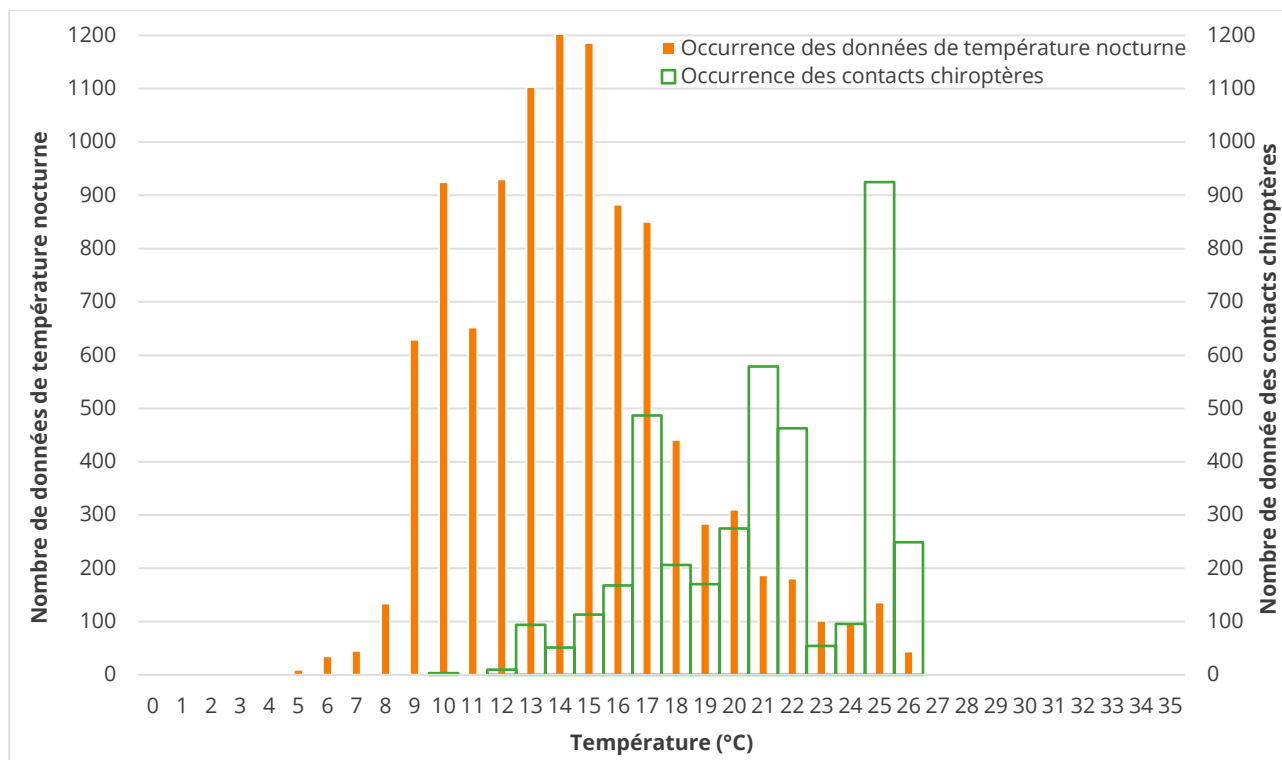


Figure 16 : Activité des chiroptères en fonction de la température

Les inventaires réalisés sur le site montrent ainsi que les chiroptères semblent concentrer leur activité entre 10 et 26 °C, en décalage avec les températures nocturnes « disponibles » qui se concentrent entre 5 et 27 °C. **Les chiroptères semblent, pour ce site, concentrer leur activité entre 13 et 26 °C**, avec un maximum d'activité entre 21 et 25 °C (environ 54 % des contacts enregistré dans cette plage de température).

#### Résultats obtenus par analyse mensuelle

L'analyse mensuelle de l'activité des chiroptères expose les mêmes tendances que celles observées sur l'ensemble de la période étudiée, à savoir que l'activité est concentrée de 13 °C et jusqu'à plus de 26 °C de température.

On remarque cependant des variations mensuelles des plage d'activité liées aux conditions météorologiques disponibles. Ainsi, en juin et juillet, l'activité est massée entre 16 et 21 °C, alors qu'en août celle-ci est plus diffuse, entre 16 et 25 °C, et qu'en septembre et en octobre celle-ci est agglomérée entre 20 et 27 °C.

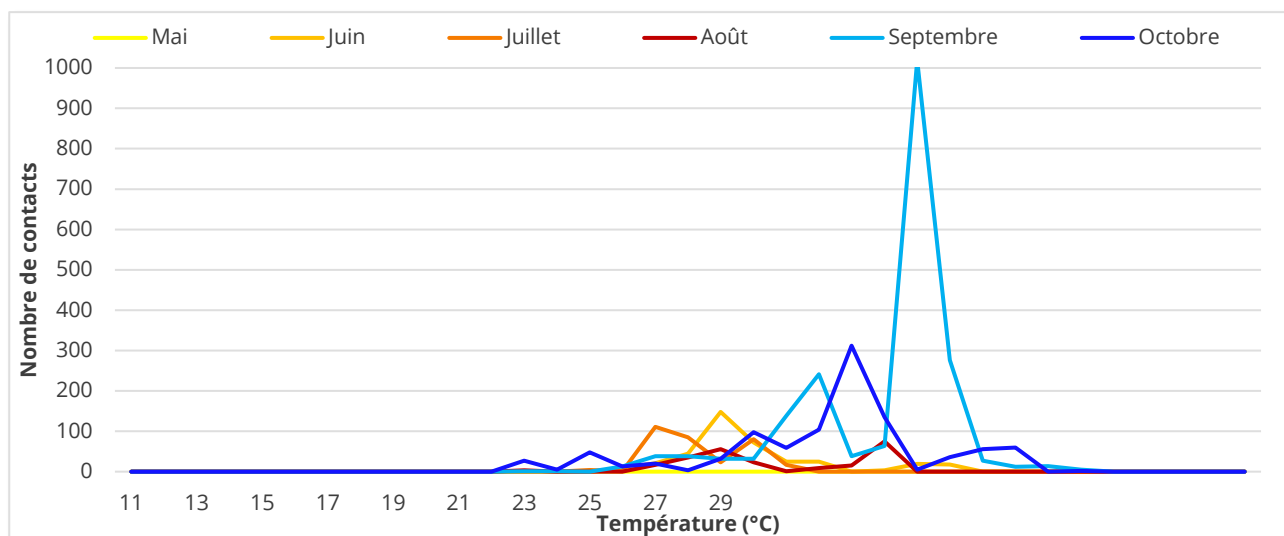


Figure 16 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la température

### 3.2.1.2.3 Activité chiroptérologique en fonction de la vitesse du vent

Résultats obtenus sur l'ensemble de la période d'étude

Le graphique suivant présente parallèlement les occurrences de vitesses de vent enregistrées par la nacelle et le nombre de contacts enregistrés sous cette vitesse de vent.

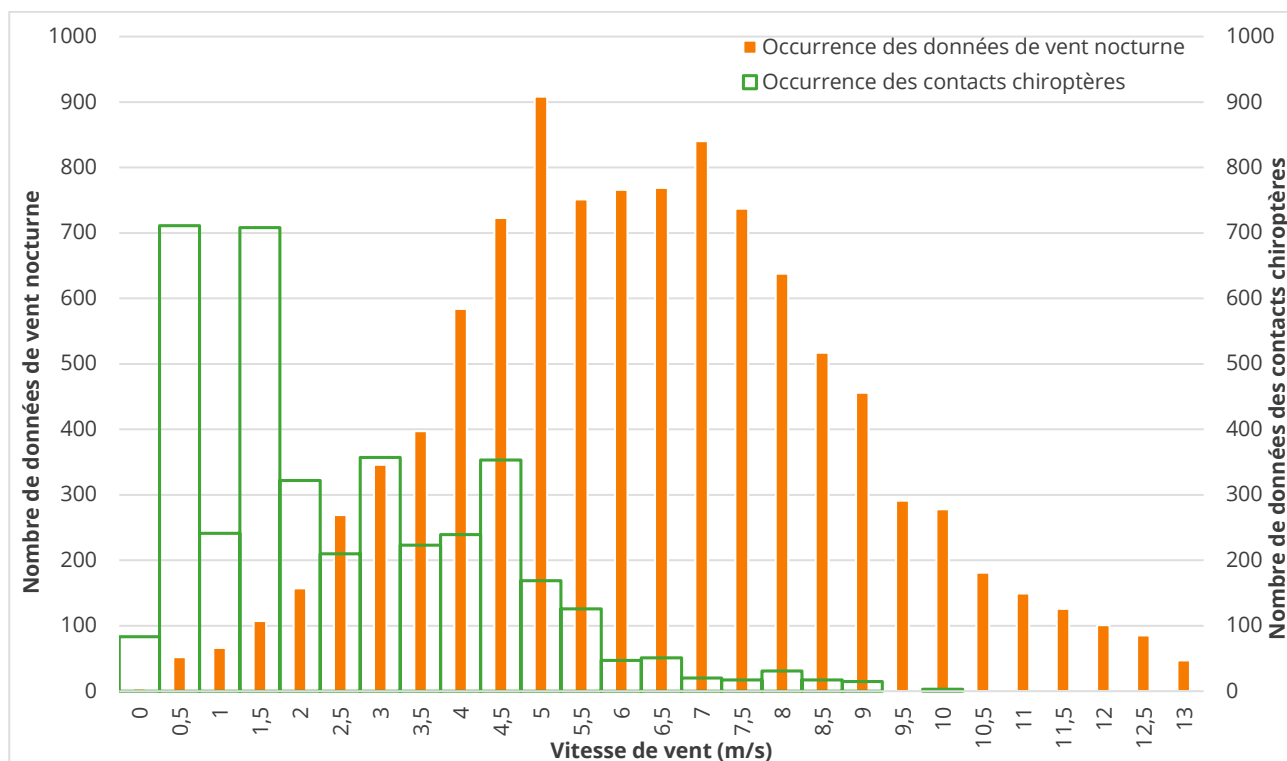


Figure 17 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent

Globalement, ce graphique illustre un décalage de l'activité chiroptérologique sous les vitesses de vent les plus faibles de la répartition des occurrences de vent nocturnes.

L'activité chiroptérologique semble s'étaler entre des valeurs de vent comprises entre 0 et 10 m/s à hauteur de nacelle avec une concentration entre 0 et 5,5 m/s. Au-delà de ce seuil, l'activité chute et devient plus sporadique. On note tout de même une activité jusqu'à 10 m/s.

#### Résultats obtenus par analyse mensuelle

L'analyse mensuelle de l'activité des chiroptères expose les mêmes tendances que celles observées sur l'ensemble de la période étudiée, à savoir que l'activité semble s'étaler surtout entre des valeurs de vent comprises entre 0,5 et 5,5 m/s à hauteur de nacelle. On observe bien une chute de l'activité à partir de ce seuil. Une activité résiduelle persiste cependant jusqu'à 8,5 à 9 m/s.

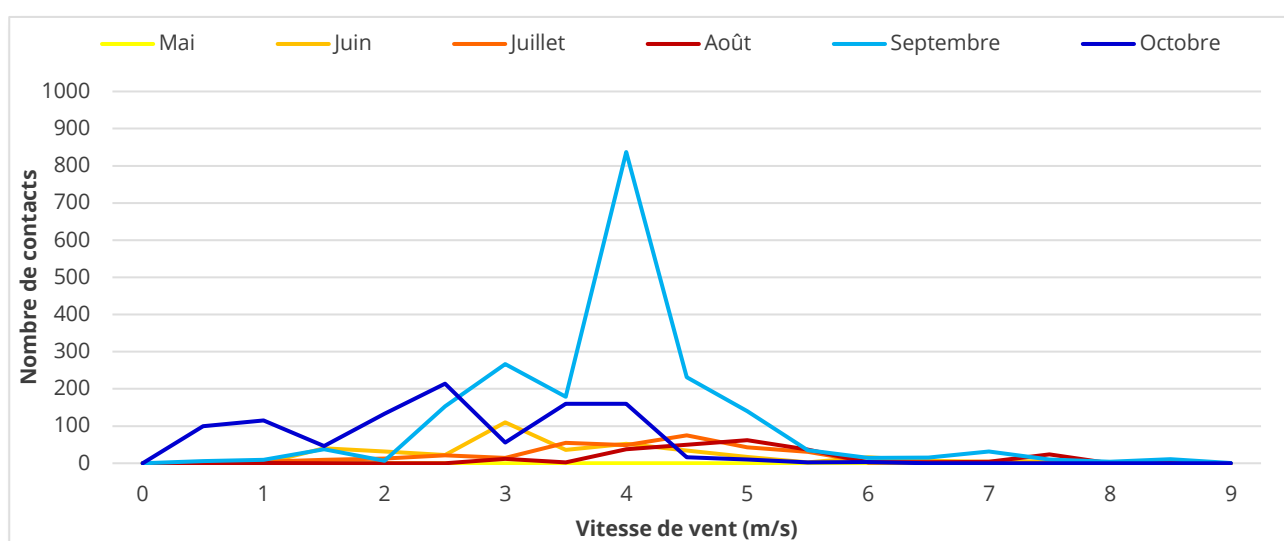


Figure 18 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction du vent

### 3.2.2 Synthèse des résultats du suivi comportemental des chiroptères en nacelle

*Au regard des analyses effectuées à partir des enregistrements sur nacelle d'éolienne, les principaux éléments suivants apparaissent :*

*- la diversité spécifique est de sept espèces confirmées, avec la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius la Sérotine commune, l'Oreillard roux et un murin sp. ;*

*- on retrouve au sein des espèces inventoriées, essentiellement des espèces pouvant évoluer en hauteur, en cohérence avec les connaissances bibliographiques. Pour autant deux espèces de lisière / forestière ont été enregistrées ponctuellement en nacelle. Ceci peut s'expliquer par la présence de linéaire favorable à proximité du parc, laissant la possibilité aux individus les plus téméraires de s'éloigner des structures végétales pour suivre celle du mât.*

*À noter la prépondérance du groupe des Pipistrelles, notamment de la Pipistrelle commune. La Pipistrelle de Nathusius est également très présente sur le site (seconde espèce inventoriée) comparativement aux autres études réalisées par ENCIS dans la région. Ceci pouvant être expliqué par la proximité d'un site de swarming au nord-est du parc ;*

*- l'activité chiroptérologique est accrue en septembre et octobre. Cette période correspond à une phase de transits entre les gîtes estivaux et les gîtes hivernaux. Ainsi, des phénomènes migratoires sont plausibles.*

*Cette activité exceptionnelle est difficile à prédire ou anticiper par le caractère variable des conditions météorologiques et de la disponibilité en ressource, influençant directement les phénomènes migratoires et de chasse :*

*- l'activité chiroptérologique restent assez régulière durant la nuit à certaines périodes, voir même, réaugmentent peu avant le lever du soleil. Les nuits à très forte activité (septembre et octobre) montrent en effet une activité intense des chiroptères jusqu'à 6 h après le coucher du soleil. On notera également un regain en fin de nuit, lors des pics d'activité de septembre, 2 h avant le lever du soleil. Ces observations peuvent être reliées à des comportements migratoires et le regain d'activité en fin de nuit est connu chez les pipistrelles ;*

*- l'activité chiroptérologique en hauteur est concentrée majoritairement au-dessus de 13 °C et entre des vitesses de vent de 0,5 et 5,5 m/s. L'activité présente après ce seuil est plus sporadique, on note cependant une activité résiduelle jusqu'à 9 m/s ;*

*- l'enjeu principal sur le site semble concerner les périodes de transits entre les gîtes estivaux et hivernaux, traduisant potentiellement un phénomène migratoire. Les proportions remarquables de Pipistrelle commune et de Pipistrelle de Nathusius présentent également un enjeu pour le maintien de ces espèces.*

### 3.3 Bilan et comparaison avec l'étude d'impact et les suivis ICPE

#### 3.3.1 Diversité spécifique

**Sept espèces de chauves-souris ont été recensées de manière certaine** au travers des différentes études (tableau suivant).

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Présence selon les études		
		Étude d'impact (2009 <sup>1</sup> )	Suivi ICPE (2016)	Suivi ICPE (2023)
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>			
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>			
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>			
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>			
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	X		
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>			
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>			
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>			
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>			X
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>			X
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>			
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	X	X
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>		X	X
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>			X
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>			X
Recensements n'ayant pas pu être déterminés à l'espèce				
Murin sp.	<i>Myotis sp.</i>			X
Sérotine / Noctule sp.	<i>Eptesicus / Nyctalus sp.</i>			X
Pipistrelle de Kuhl / Nathusius	<i>Pipistrellus kuhlii / nathusii</i>			X
Pipistrelle sp.	<i>Pipistrellus sp.</i>		X	X
<b>Total des espèces</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>7</b>
Espèce présente durant les quatre périodes d'études				

Tableau 32 : Résultats de la diversité spécifique en fonction des études menées sur le site

L'étude d'impact de 2009, incluant les résultats des inventaires chiroptérologiques, a permis de recenser deux espèces certaines, trois pour le suivi ICPE de 2016, contre sept pour la présente étude.

À noter que les protocoles menés entre les différentes études ont été différents et rendent la comparaison difficile :

<sup>1</sup> Biotop, 2010

- En 2009 : le protocole a permis d'inventorier les espèces évoluant à proximité du sol.
- En 2016 : le protocole a permis un inventaire des chiroptères uniquement par les découvertes de mortalité aux pieds des éoliennes.
- Enfin en 2023 : les inventaires sur nacelle permettent de détecter principalement les espèces de chauves-souris capables d'évoluer en hauteur, et à de plus rares exceptions les espèces de lisières, comme dans le cas présent où un murin et l'Oreillard roux ont pu être détectés.

La diversité est d'ordinaire plus importante proche du sol plutôt qu'en altitude, or ici on remarque **qu'au moins cinq espèces supplémentaires ont été inventoriées à hauteur de nacelle en 2023 par rapport à l'étude de 2009.**

Globalement et malgré les différents protocoles utilisés, ceci témoigne **d'une diversité spécifique globale modérée.**

La Pipistrelle commune est présente sur les trois périodes d'inventaires, ce qui atteste de son occupation régulière du site. Cette espèce est parmi les plus communes en Europe. C'est une espèce généraliste et qui est capable de voler en hauteur. Pour autant, la tendance actuelle de leur population est en forte régression à l'échelle nationale. Une attention particulière devra donc être accordée à cette espèce.

### 3.3.2 Activité recensée

L'activité n'ayant pas été mesurée lors en 2009 lors de l'étude d'impact et en 2016 lors du suivi ICPE, une comparaison de l'activité est impossible entre les différentes années.

***Aucune comparaison n'étant possible entre les différentes années, l'activité est uniquement basée sur l'année 2023. Celle-ci est jugée modérée et dominée par le genre des pipistrelles. L'activité par nuit reste très irrégulière lors de cette année de suivi avec des pics d'activité début septembre et en octobre.***


***Il ne faut cependant pas négliger l'activité des autres mois, en particulier en juin.***

### 3.4 Principaux éléments à retenir du suivi ICPE

***Aucune écoute en hauteur n'ayant été réalisée lors des précédentes études, une comparaison entre celles-ci n'est donc pas possible.***

***Afin de pouvoir conclure sur des résultats fiables une année supplémentaire d'écoute sur nacelle d'éolienne est nécessaire.***

***En conclusion : le parc éolien de Kerdrouallan \_ Saint-Gildas (22) présente une activité chiroptérologique non négligeable, qui est plutôt concentrée en automne. Le plan de bridage préventif adopté en cours d'année 2023 (à la suite d'une mortalité jugée significative) en concertation avec l'exploitant reste nécessaire, il sera adapté avec les résultats de l'année complète.***



## 4 Résultats du suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères

## 4.1 Résultats des tests et paramétrage des méthodes d'estimation

### 4.1.1 Durée moyenne de l'intervalle

La durée moyenne de l'intervalle (I) entre deux prospections est déterminée afin d'être prise en compte dans les calculs d'estimation de la mortalité.

**La durée moyenne de l'intervalle est :  $I = 7$  jours**

### 4.1.2 Efficacité du chercheur

Le test d'efficacité a pour but de déterminer l'efficacité du chercheur afin d'inclure ce paramètre dans l'estimation de la mortalité. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Test	Chercheur	Date	Nombre de cadavres déposés	Nombre de cadavres trouvés
T1	Corentin GOISLOT	06/06/2023	22	17
T2	Corentin GOISLOT	12/09/2023	18	15
Total			40	32

Tableau 7 : Résultats des tests d'efficacité

**Le coefficient d'efficacité du chercheur est :  $d = 0,80$**

### 4.1.3 Persistance des cadavres

Le test de persistance a pour but de déterminer différents coefficients liés à la durée de persistance des cadavres. Ces paramètres sont ensuite inclus dans les méthodes d'estimation de la mortalité. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Test	Date	Nombre de cadavres déposés	Nombre de cadavres restant				
			J+1	J+3	J+6	J+9	J+13
T1	06/06/2023	22	20	8	1	0	0
T2	12/09/2023	18	17	8	0	0	0
Total		40	37	16	1	0	0

Tableau 8 : Résultats des tests de persistance

**La durée moyenne de persistance des cadavres est :  $t = 2,96$**

**A noter, une Corneille noire a été observée emporter un poussin déposé sur une plateforme le jour du premier test, ce qui appuie le constat de la disparition très rapide des cadavres.**

#### 4.1.4 Surfaces prospectées et correction surfacique

La correction surfacique appliquée à l'estimation de la mortalité est calculée d'après les surfaces prospectées sur le terrain (tableau suivant). Celle-ci varie au cours du suivi, notamment en fonction de l'occupation des sols et de leur gestion. Pour rappel, la surface théorique de prospection est de 10 000 m<sup>2</sup> par éolienne soit 40 000 m<sup>2</sup> par prospection pour l'ensemble du parc.

	Surface prospectée / éolienne (m <sup>2</sup> )				
	1	2	3	4	Total
Moyenne sur l'ensemble du suivi	4 586	3 558	4 148	3 026	15 319
Proportion (%)	45,86	35,58	41,48	30,26	38,30

Tableau 9 : Synthèse des surfaces prospectées

**La proportion moyenne de surface prospectée sur l'ensemble du suivi est de 0,38 (soit 38 %).**

**Le coefficient de correction surfacique moyen sur l'ensemble du parc et des prospections est de :  $A = 2,61$ .**

## 4.2 Mortalité de l'avifaune

### 4.2.1 Bilan des connaissances sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien

#### 4.2.1.1 Les principaux facteurs de mortalité de l'avifaune

À l'exception des parcs éoliens denses et situés dans des zones particulièrement riches en oiseaux, la mortalité par collision est généralement faible par rapport aux autres activités humaines (tableau suivant). Le taux de mortalité varie selon les parcs de 0 à 10 oiseaux par éolienne et par an (programme « éolien biodiversité » - parcs européens). Ces chiffres dépendent de la configuration du parc éolien, de la densité et des caractéristiques des oiseaux qui fréquentent le site, du relief, et plus globalement, des caractéristiques topographiques et paysagères (présence de voies de passage, de haies, de zones d'ascendance thermique). À titre de comparaison, le réseau routier serait responsable de la mort de 30 à 100 oiseaux par km/an, le réseau électrique de 40 à 120 oiseaux par km/an.

Cause de mortalité	Commentaires
Ligne électrique haute tension (> 63 kV)	80 à 120 oiseaux/km/an (en zone sensible) ; réseau aérien de 100 000 km
Ligne moyenne tension (20 à 63 kV)	40 à 100 oiseaux/km/an (en zone sensible) ; réseau aérien de 460 000 km
Autoroute, route	Autoroute : 30 à 100 oiseaux/km/an ; réseau terrestre de 10 000 km
Chasse (et braconnage)	Plusieurs millions d'oiseaux chaque année
Agriculture	Evolution des pratiques agricoles, pesticides, drainage des zones humides.
Urbanisation	Collision avec les bâtiments (baies vitrées), les tours et les émetteurs.
Eoliennes	0 à 10 oiseaux / éolienne / an ; 2456 éoliennes en 2008, environ 10000 en 2020

Tableau 10 : Cause de mortalité des oiseaux (Guide de l'étude d'impact des parcs éoliens 2010, d'après les données issues de la LPO, AMBE)

Les différentes espèces interagissent différemment face à un parc éolien :

- les espèces plus sensibles à l'effarouchement (limicoles, anatidés, grues, aigles, etc.), sont plus méfiantes vis-à-vis des éoliennes en mouvement et par conséquent moins sensibles au risque de collision ;
- les espèces moins farouches sont potentiellement plus sensibles à la mortalité par collision avec les pales (milans, buses, Faucon crécerelle, busards, martinets, hirondelles, etc.).

#### 4.2.1.1.1 Situations et facteurs à risques

De manière générale, certaines situations peuvent accroître les risques de collision. Les principaux critères sont :

- les hauteurs et types de vol des espèces ;
- le comportement de chasse chez les rapaces ;
- les phénomènes de regroupement des espèces en migration, notamment chez les migrateurs nocturnes ;
- les conditions de brouillard ou de nuages bas et les vents forts de face.

#### 4.2.1.1.2 Sensibilité des espèces au risque de collision

Il est possible de déterminer un **indice de sensibilité** des espèces d'oiseaux vis-à-vis du risque de collision en se basant sur les cas de mortalité recensés en Europe (Dürr, 2022) et sur l'abondance des espèces (BirdLife International, 2017). Un niveau de sensibilité de 0 à 4 a ainsi été attribué à chaque espèce présente en Europe.

Ainsi, trois rapaces sont définis comme les espèces les plus sensibles (niveau 4). Il s'agit du Vautour fauve, du Milan royal et du Pygargue à queue blanche. 17 espèces, dont le Circaète Jean-le-Blanc, le Milan noir, le Grand-duc d'Europe, le Balbuzard pêcheur, le Faucon pèlerin et le Faucon crécerelle atteignent le niveau de sensibilité 3.

#### 4.2.1.1.3 Espèces les plus impactées

Les rapaces et migrateurs nocturnes (roitelets, martinets *etc.*) sont des espèces généralement considérées comme les plus exposées au risque de collision avec les turbines (« Impact des éoliennes sur les oiseaux », ONCFS, 2014).

Certains rapaces, en particulier les espèces à tendance nécrophage tels les milans, la Buse variable ou encore les busards, peuvent être attirés sur les parcelles cultivées lors des travaux agricoles (notamment la fauche des prairies au printemps et les moissons en été) et par l'ouverture des milieux liée au défrichement.

Pendant les migrations, les impacts semblent survenir plus particulièrement la nuit. Les espèces qui ne migrent que de jour (rapaces, cigognes, fringilles, *etc.*) sont généralement capables d'adapter leurs trajectoires à distance. En effet, comme cela a été démontré dans l'étude d'Abies (2002), 88 % des oiseaux changent leur trajectoire à la vue des éoliennes. Ces comportements d'anticipation participent à la réduction des situations à risques.

#### 4.2.1.2 Bilans national et européen de la mortalité de l'avifaune

Le bilan national suivant s'appuie sur le rapport « le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune, LPO, 2017 ».

En France, 5 156 éoliennes étaient déjà construites et en fonctionnement en avril 2016, et 1 017 autres ont obtenu un permis de construire et d'exploitation. Les parcs en France ont en moyenne 7,7 machines d'une hauteur moyenne de 139 mètres en bout de pale. Sur l'ensemble des éoliennes du parc français, seulement 645 ont fait l'objet d'un suivi de la mortalité, soit 12,5 %.

Parmi les suivis réalisés, seuls 80% ont été effectués sur une surface d'au moins 1 ha. Le nombre de prospections est variable, allant d'un passage à l'année à plusieurs passages par semaine tout au long de l'année. Au total 37 839 prospections ont été réalisées, le plus souvent au printemps, en été et en automne.

Au total, 31 parcs possèdent un suivi acceptable (au moins 26 semaines de suivi avec un passage par semaine). Lors de ces suivis, 485 cadavres ont été notés sur 189 éoliennes soit environ 1,24 oiseau/éolienne/an.

Si l'on se concentre sur les neuf parcs ayant fait l'objet d'un suivi plus robuste (au moins une sortie par semaine pendant 48 semaines lors d'une année sur une surface d'au moins 50 mètres autour de l'éolienne), on dénombre 293 cadavres d'oiseaux pour 49 éoliennes, soit un ratio de 2,15 oiseaux/éolienne/an. Pour remarque : « [...] les neuf parcs évoqués ci-dessus se trouvent soit en ZPS (pour 5 d'entre eux), soit à proximité immédiate (476 m, 574 m, 1 027 m et 1 874 m de la ZPS la plus proche) [...] ». Ainsi en fonction des parcs et des suivis, la mortalité brute varie entre 1,24 à 2,15 oiseaux/éolienne/an.

Pour finir, huit parcs ont fait l'objet d'estimation selon les quatre méthodes préconisées soit 1,38 % des éoliennes françaises. Ces parcs possèdent tous une sensibilité particulière : proximité d'une ZPS, de forêts de feuillus ou présence d'une mosaïque de milieux. Les estimations sont comprises entre 0,3 et 26,8 oiseaux/éolienne/an. Toutefois, une fois exclu des calculs un parc comprenant une forte mortalité de pigeons (présence d'un silo à grain à proximité), la mortalité estimée est de 0,3 à 7,6 oiseaux/éolienne/an, soit une moyenne de 4,2 et une médiane de 3,6.

D'un point de vue qualitatif (figure suivante et Annexes), les groupes d'espèces les plus impactés en Europe sont, par ordre décroissant, les Passeriformes, les Accipitriformes, les Charadriiformes puis les Falconiformes (d'après Dürr, 2023).

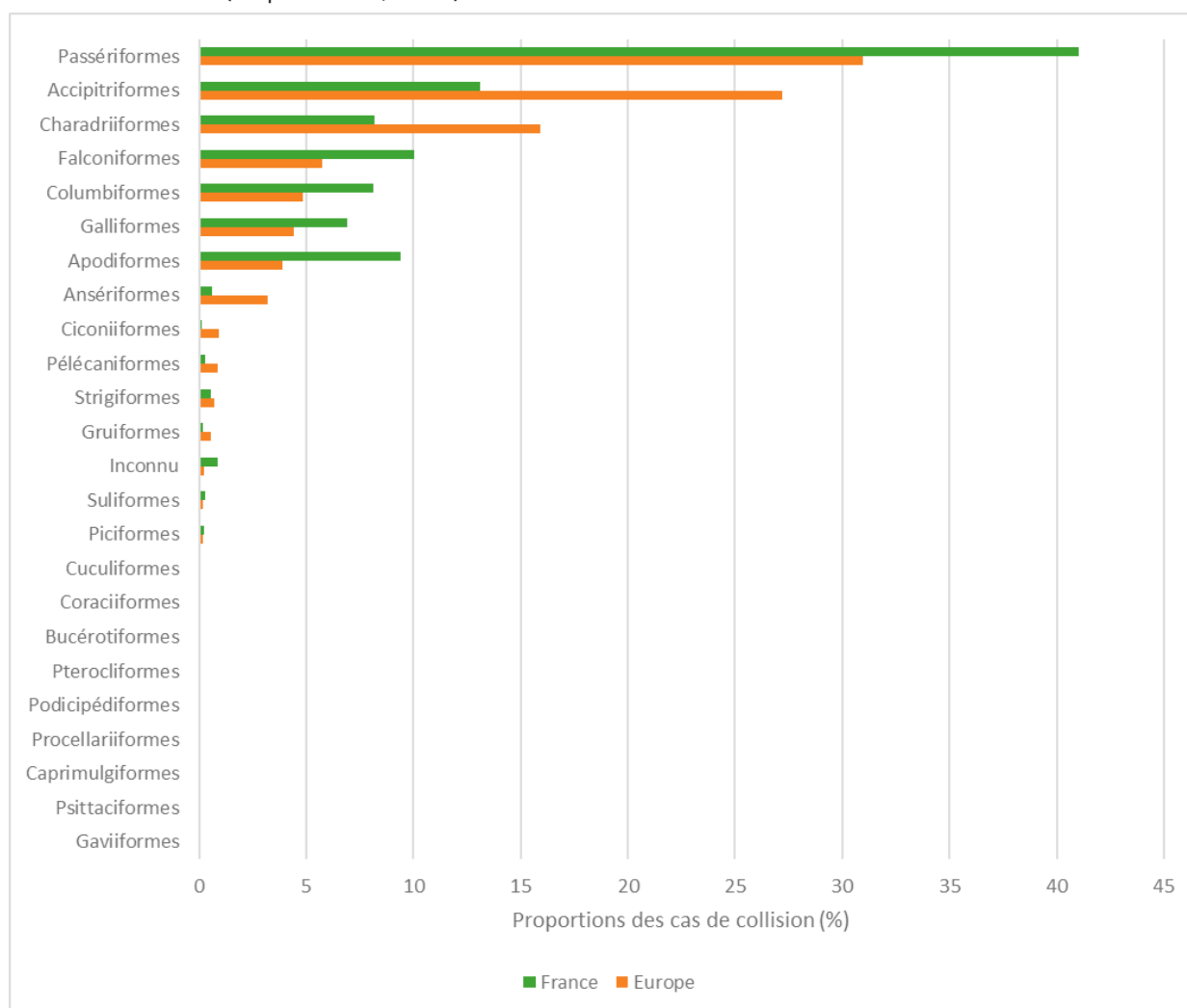


Figure 19 : Proportions (%) des cas de collision avec les éoliennes en fonction des ordres, en France et en Europe (d'après Dürr, 2023)

### 4.2.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact

L'état initial, réalisé en 2009 par le bureau d'étude AEPE-Gingko, a révélé la présence de 44 espèces mais considère que les risques de collisions sont très faibles et que les impacts sur l'avifaune sont négligeables. Par ailleurs, le suivi environnemental réalisé en 2016 par AEPE-Gingko indique que des inventaires ornithologiques ont été réalisés dans le cadre de l'étude d'impact par le GEOCA. Sur la base de ces données d'état initial, l'étude d'impact a défini une liste d'espèces à enjeu et sensibles au risque de collision dont il conviendra de surveiller l'apparition d'éventuels cas de mortalité :

- la Busard Saint-Martin ;
- le Faucon crécerelle ;
- le Vanneau huppé ;
- l'Alouette des champs ;
- le Tarier pâtre.

### 4.2.3 Résultats globaux du suivi de l'avifaune en 2023

#### 4.2.3.1 Mortalité brute

Sur le parc de Kerdrouallan, neuf cadavres d'oiseaux appartenant à au moins cinq espèces ont été retrouvés (tableau suivant). Huit cadavres ont été découverts lors du protocole de suivi de la mortalité, et un en dehors de ce suivi. Les cadavres retrouvés en dehors du protocole de suivi sont pris en compte mais ne sont pas comptabilisés pour les analyses comparatives. La mortalité brute est de 2 individus / éolienne durant la période de suivi s'étalant de mi-mai à mi-octobre, soit 24 prospections, à raison d'une prospection par semaine.

L'espèce la plus retrouvée est le Pinson des arbres (deux individus juvéniles). Par ailleurs, au moins quatre autres espèces ont été recensées, à raison d'un individu pour chaque espèce (une Alouette des champs, un Faisan de Colchide, un Pigeon ramier, un Corvidé indéterminé), ainsi que deux plumées d'oiseaux non identifiées.

À noter, un autre individu (une plumée de Corvidé indéterminé) a été retrouvée, en dehors du suivi, hors-protocole. Celui-ci ne sera donc pas comptabilisé dans l'analyse des données comparative mais pris en compte pour les conclusions.

Le tableau suivant synthétise les caractéristiques de chaque cadavre recensé durant le suivi.

Date	Espèce	Éolienne	Statut biologique	Sexe	Âge	Source
24/05/2023	Oiseau indéterminé	E3	Indéterminé	Inconnu	Inconnu	Protocole
31/05/2023	Pinson des arbres	E2	Reproducteur	Inconnu	Juvenile	
31/05/2023	Oiseau indéterminé	E1	Indéterminé	Inconnu	Inconnu	
06/06/2023	Pinson des arbres	E3	Reproducteur	Inconnu	Juvenile	
20/07/2023	Alouette des champs	E4	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	
27/07/2023	Faisan de Colchide	E3	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	
06/09/2023	Pigeon ramier	E3	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	
06/09/2023	Corvidé indéterminé	E4	Reproducteur	Inconnu	Juvenile	Hors protocole
18/09/2023	Corvidé indéterminé	E3	Indéterminé	Inconnu	Inconnu	

Tableau 11 : Oiseaux découverts lors du suivi mortalité

**Avec huit cadavres d'oiseaux recensés, la mortalité brute observée sur le parc de Kerdrouallan est de 2 individus / éolienne sur la période de suivi s'étalant de mi-mai à fin octobre 2023.**

#### 4.2.3.2 Mortalité estimée

Le tableau suivant compile les résultats de la mortalité estimée pour l'ensemble du parc éolien sur la période de suivi, selon les différentes méthodes retenues (estimations calculées via le logiciel EolApp du CEFE Montpellier, <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp>). L'intervalle de confiance à 95 % est également mentionné.

Méthodes	Mortalité estimée (mortalité globale)	Intervalle de confiance à 95 % (mortalité globale)
Erickson	60,29	19,34 – 117,97
Huso	66,72	21,92 – 128,83
Jones	83,3	26,77 – 165,37

Lorsque la borne inférieure de l'intervalle de confiance est inférieure à la mortalité brute, cette dernière est remplacée par la valeur de mortalité brute.

Tableau 12 : Estimations de la mortalité de l'avifaune pour l'ensemble du parc sur la période de suivi selon les méthodes utilisées

**Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 61 à 84 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 20 et 166 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).**

La précision des estimations est jugée faible (intervalles de confiance). Cependant, au moins 20 cadavres sont estimés sur la période de suivi, quel que soit l'estimateur.

Les paramètres correcteurs peuvent avoir un impact fort. C'est notamment le cas pour les valeurs correctives, comme la persistance des cadavres, qui reflète une forte prédation sur le parc de Kerdrouallan ( $t = 2,96$  jours). En outre, la correction surfacique est assez élevée ( $A = 2,61$ ) étant donné le grand nombre de zones n'ayant pu être prospectées, dû notamment à la présence des cultures et au développement de la végétation sur les plateformes. Ceci indique pourquoi la précision des estimations est si peu élevée.

Dans les paragraphes suivant (résultats saisonniers et spatialisés), compte tenu du faible nombre de données et/ou de l'absence d'hypothèse biologique expliquant les variations constatées et/ou de la non-homogénéité du suivi (nombre de sortie, périodes couvertes, etc.), le calcul d'une mortalité estimée est susceptible de ne pas être pertinent ou réalisable. Le cas échéant, seule la mortalité brute est analysée.

#### 4.2.3.3 Analyse par groupes taxonomiques

Les huit cadavres d'oiseaux trouvés appartiennent à l'ordre des Passériformes (quatre individus), des Columbiformes (un individu) et des Galliformes (un individu). À noter, deux plumées d'oiseaux n'ont pas pu être déterminées jusqu'à l'espèce. Il convient de considérer que cette mortalité observée n'est pas nécessairement représentative de la mortalité réelle par groupe taxonomique. Les Passériformes font effectivement partie des groupes les plus impactés en France et en Europe (cf. 4.2.1.2 Bilans national et européen de la mortalité de l'avifaune). Les Columbiformes et les Galliformes sont cependant plus rarement découverts.

***Sur le parc de Kerdrouallan, en 2023, les cadavres retrouvés appartiennent majoritairement au groupe des Passériformes, suivi par les Columbiformes et les Galliformes.***

## 4.2.4 Résultats saisonniers

### 4.2.4.1 Mortalité brute

Au cours de ce suivi, les cadavres d'oiseaux ont été retrouvés durant les mois de mai, juin, juillet et septembre (figure suivante).

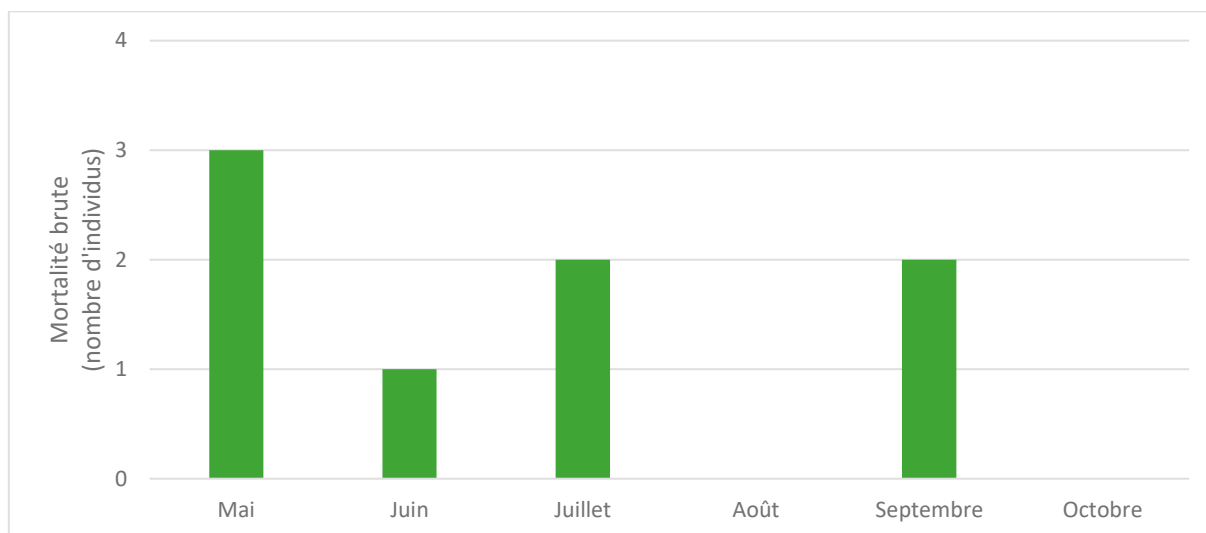


Figure 20 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi

Aucun enjeu ni risque d'impacts spécifiques n'avait été identifié lors de l'étude d'impact, en 2009 (ni lors du suivi d'année 3, en 2016). Conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MTES, 2018), les suivis ont ainsi démarré semaine 20 (mi-mai) et se sont terminés semaine 43 (fin octobre).

La mortalité observée est la plus importante au mois de mai. A noter que les suivis n'ont démarré qu'à partir de mi-mai, la mortalité pour ce mois est donc potentiellement sous-estimée. Les mois de juillet et de septembre totalisent chacun deux cadavres. Enfin, un cadavre a été retrouvé en juin. D'après les espèces retrouvées et la phénologie de leurs phases biologiques, les cas de mortalité sont tous attribués à des individus reproducteurs. Par ailleurs, aucun cadavre n'a été retrouvé le mois d'août (période de nidification), ni le mois d'octobre (qui correspond généralement à la phase de migration postnuptiale). A noter que les suivis se sont terminés fin octobre, il n'est donc pas impossible que des migrateurs postnuptiaux aient été tués après la fin des suivis et dont la mortalité n'a pas été recensée.

La mortalité fluctue entre un et trois individus sur les mois concernés. Le faible nombre de données ne peut pas permettre de dégager une tendance claire entre les périodes étudiées. Par ailleurs, ces périodes n'ont pas été intégralement couvertes par le suivi (certains oiseaux, notamment les espèces sédentaires, entament de façon plus précoce leur période de reproduction, et de façon générale la période de migration postnuptiale se termine en novembre). De plus, étant donnés les potentiels prélèvements de cadavres entre les prospections, il n'est pas impossible que d'autres périodes soient concernées par des cas de mortalité. A noter, ni la période hivernale, ni celle de migration pré-nuptiale n'a été concernée par ce suivi.

#### 4.2.4.2 Mortalité estimée

Les données acquises ne rendent pas pertinent le calcul d'une mortalité estimée par saison.

***La mortalité des oiseaux sur le parc de Kerdrouallan semble concentrée sur la période de nidification. Il est possible que les oiseaux reproducteurs soient effectivement les plus impactés.***

#### 4.2.5 Résultats spatialisés par éolienne

##### 4.2.5.1 Mortalité brute

Durant ce suivi, toutes les éoliennes ont été concernées par des cas de mortalité (carte suivante). Quatre cadavres d'oiseaux ont été retrouvés sous l'éolienne E3, deux sous l'éolienne E4, un sous l'éolienne E1 et un sous l'éolienne E2.



Carte 4 : Répartition des cadavres d'oiseaux trouvés par éolienne

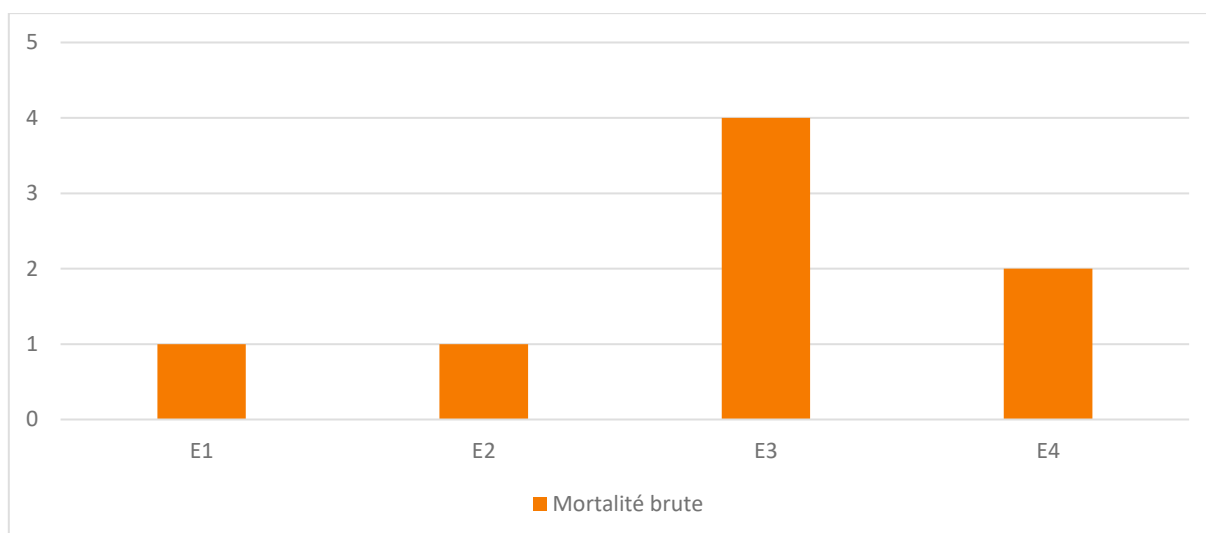


Figure 21 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi

#### 4.2.5.2 Mortalité estimée

Le tableau suivant présente les mortalités estimées par éolienne.

Méthodes	Mortalité estimée (individus / éolienne)			
	E1	E2	E3	E4
Erickson	<b>6,24</b> (1 – 21,55)	<b>7,96</b> (1 – 27,78)	<b>27,39</b> (6,35 – 57,97)	<b>18,93</b> (2 – 50,95)
Huso	<b>6,91</b> (1 – 26,64)	<b>8,81</b> (1 – 30,54)	<b>30,30</b> (7,10 – 63,67)	<b>21,00</b> (2 – 56,04)
Jones	<b>8,59</b> (1 – 30,17)	<b>10,97</b> (1 – 37,78)	<b>37,86</b> (8,70 – 81,23)	<b>26,09</b> (2 – 70,69)

Entre parenthèses : intervalles de confiance à 95 %  
 Lorsque la borne inférieure de l'intervalle de confiance est inférieure à la mortalité brute, cette dernière est remplacée par la valeur de mortalité brute.

Tableau 13 : Mortalité estimée par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi

La précision des estimations est jugée insuffisante pour pouvoir interpréter les résultats (intervalles de confiance).

La mortalité brute est la plus importante pour l'éolienne E3. Toutefois, les analyses de mortalité estimée ne permettent pas de confirmer que cette éolienne est plus mortifère que les autres.

**Selon les résultats, l'éolienne E3 pourrait être la plus mortifère. Toutefois, les données ne permettent pas de conclure sur ce point.**

#### 4.2.6 Causes potentielles de la mortalité engendrée sur le parc éolien

Il existe de nombreux facteurs pouvant engendrer ou accroître les risques de collision des oiseaux avec les turbines :

- le **comportement** (d'une espèce en général ou d'individus en particulier),
- la **période** (les comportements et l'abondance des individus peuvent être modifiés en fonction des différentes phases biologiques),
- la **localisation du parc** (présence de relief, de couloir de migration, de zones d'intérêt pour l'alimentation ou le repos, *etc.*) ;
- les **caractéristiques des éoliennes** (nombre d'éolienne, agencement, taille et hauteur du rotor, *etc.*) ;
- les **conditions météorologiques** (brouillard, vent, *etc.*).

L'origine d'une collision est souvent multifactorielle. Il convient ainsi, lorsque cela est possible, de les identifier afin de déterminer les causes de la mortalité sur le parc éolien, et si cela est justifié, d'appliquer d'éventuelles mesures correctrices.

D'après les caractéristiques des individus retrouvés, ainsi que des analyses spatiales et saisonnières effectuées précédemment dans ce rapport, plusieurs causes récurrentes peuvent être à l'origine de la mortalité sur le parc de Kerdrouallan :

La distribution saisonnière des cas de mortalité révèle une mortalité brute plus forte lors de la saison de reproduction. En outre, et étant donnée leur phénologie, les individus retrouvés durant cette période semblent effectivement avoir été tués lors de leur nidification. Compte tenu de ces éléments, le parc éolien de Kerdrouallan pourrait impacter particulièrement les oiseaux en reproduction et au moment de l'envol des jeunes (deux cas juvéniles pour le Pinson des arbres). La mortalité sur cette période est assez élevée et des suivis complémentaires seraient nécessaires pour vérifier cette hypothèse.

L'Alouette des champs, espèce de paysages agricoles ouverts, construit son nid en le dissimulant la plupart du temps dans une touffe d'herbe qu'elle trouve dans les champs. Par ailleurs, le développement important du milieu herbacé sur les plateformes des éoliennes pourrait expliquer l'installation d'un nid sur une plateforme et la mortalité d'un individu. Le parc de Kerdrouallan semble ainsi présenter un risque sur les passereaux nichant au sol. Toutefois, la mortalité engendrée sur cette espèce reste relativement faible.

Le parc est implanté dans un paysage bocager relativement ouvert (entrecoupé de quelques haies et d'un boisement à proximité des éoliennes), qui correspond aux habitats fréquentés par les espèces découvertes (Alouette des champs, Faisan de Colchide, Pigeon ramier, Corvidés).

**Les causes principales de la mortalité sur le parc semblent être liées à :**

- la période de reproduction et d'envol des jeunes, potentiellement une période risquée pour les espèces retrouvées sur ce parc.
- l'implantation du parc dans un milieu bocager relativement ouvert, constituant un habitat fréquenté par les espèces des cortèges bocagers et agricoles, ainsi que l'habitat préférentiel pour la reproduction de l'Alouette des champs.
- l'attractivité des plateformes par le développement d'un milieu herbacé, pouvant engendrer un risque accru sur les passereaux nichant au sol.

#### 4.2.7 Incidences spécifiques du parc éolien sur l'avifaune

Le tableau suivant synthétise les statuts réglementaires et de conservation des espèces ayant été directement impactées par le parc de Kerdrouallan, ainsi que leur sensibilité face au risque de collision avec les éoliennes.

Espèce	Statut de protection		Statut de conservation national (UICN)							Déterminant ZNIEFF	Sensibilité (collision)	Effectifs
	Directive Oiseaux	Oiseaux protégés (France)	Europe	France			Bretagne					
			Europe	R	H	M	R	H	M			
Pinson des arbres	-	Article 3	LC	LC	NA	NA	LC		DD	Non	0	2
Alouette des champs	Annexe II/2	-	LC	NT	LC	NA	LC		DD	Non	0	1
Faisan de Colchide	Annexe II/1, III/1	-	LC	LC	-	-	DD		-	Non	1	1
Pigeon ramier	Annexe II/1, III/1	-	LC	LC	LC	NA	LC		DD	Non	1	1
Corneille noire / Choucas des tours	Annexe II/2	- / Article 3	LC	LC	NA	-	LC / -		- / LC	Non	1 / 0	1

LC : Préoccupation mineure / NT : Quasi-menacée / VU : Vulnérable / EN : En danger / CR : En danger critique / DD : Données insuffisantes / NA : Non applicable. R : Reproduction / H : Hivernage / M : Migration.

: éléments de patrimonialité.

Tableau 14 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées

##### 4.2.7.1 Espèces patrimoniales

Parmi **les six espèces** concernées par des cas de mortalité, **l'une d'elle** est considérée comme patrimoniale et décrite ci-après. Les références utilisées pour étayer les tendances et évolutions des populations des espèces patrimoniales sont les suivantes :

- [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) (consulté en novembre 2023).
- Issa, N. & Muller, Y. coord., 2015. *Atlas des oiseaux de France métropolitaine. Nidification et présence hivernale*. LPO / SEOF. MNHN. Delachaux et Niestlé, Paris, 1 408 p.
- GOB (coord.), 2012. *Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne*. Groupe ornithologique breton, Bretagne Vivante-SEPNB, LPO 44, Groupe d'études ornithologiques des Côtes-d'Armor. Delachaux et Niestlé, 512 p.

L'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) a fait l'objet d'un cas de mortalité le 20 juillet, en période de reproduction. Les populations européennes accusent un déclin modéré depuis plusieurs décennies (-56 % entre 1980 et 2019) et la population nationale est considérée comme « Quasi menacée », notamment en raison d'une baisse des effectifs nicheurs de 25 % entre 2001 et 2018. En région Bretagne, cette diminution est également effective, bien que non chiffrée. L'Alouette des champs a été qualifiée comme un passereau à enjeu au moment de l'étude d'impact.

L'Alouette des champs affectionne les milieux ouverts, tels que les plaines agricoles, les landes, les marais, les prairies, les pâturages et le site comprend de nombreuses parcelles agricoles, en prairie ou en cultures. De nombreux mâles chanteurs ont été entendus lors du suivi, dont certains observés au sein des quadrats de prospection. Cette proximité engendre un risque de collision lors des vols de parade, durant lesquels les oiseaux s'élèvent à hauteur de pales. Un nid a également été repéré sur la plateforme végétalisée de l'éolienne E3 le matin du 29 juin. Des pierres ont été disposées autour de la zone pour sauvegarder la nichée d'une potentielle destruction par les activités agricoles. La fauche des plateformes a d'ailleurs été réalisée l'après-midi du même jour, et la nichée a pu être sauvegardée. Quatre poussins ont été vus la semaine suivante. Lors du passage suivant, le nid était vide. La découverte d'une plumée pour cette espèce le 20 juillet sous l'éolienne E4 pourrait donc être liée au comportement à risques décrit précédemment.

**Sans récurrence de la mortalité observée chez cette espèce, l'impact du parc peut être qualifié comme faible et non-significatif en 2023. Toutefois, il sera nécessaire de surveiller si d'éventuels nouveaux cas surviennent, afin de rechercher comment en limiter les causes.**



Photo 4 : Nid d'Alouette des champs installé à proximité immédiate de l'éolienne E3 et repéré le 29/06/2023



Photo 5 : L'Alouette des champs a souvent été observé au sein du parc éolien, comme ici le 20/07/2023 à proximité de E2

#### 4.2.7.2 Autres espèces

Les autres espèces concernées par des cas de mortalité (**Pinson des arbres** : 2 individus, **Faisan de Colchide** : 1 individu, **Pigeon ramier** : 1 individu, **Corvidé indéterminé** : 2 individus dont 1 hors protocole) ne possèdent pas de statuts de conservation défavorables. Compte tenu du faible nombre de cas de collision recensés, l'impact du parc peut être qualifié comme faible et non-significatif sur les populations de ces espèces.

A noter, deux plumées n'ont pas pu être identifiées jusqu'à l'espèce. Il est donc impossible d'affirmer que les espèces concernées présentent ou non un statut de conservation défavorable.

***Parmi les espèces à enjeu, ciblées lors de l'étude d'impact, un cas de mortalité a été avéré en 2023 pour l'Alouette des champs.***

***A partir des cas de mortalité avérés (mortalité brute), des statuts de conservation et des dynamiques de populations des espèces concernées, le parc de Kerdrouallan ne représente pas d'impact significatif sur une espèce particulière en 2023. Toutefois, le nombre de cas de mortalité observé (mortalité brute) est élevé et au moins 20 cadavres sont estimés sur la période de suivi. De plus, la mortalité réelle présente une forte incertitude. Elle est en outre susceptible de concerner des espèces patrimoniales et/ou menacées telles que l'Alouette des champs dont un cas de mortalité a été avéré.***

***En conséquence, il est préconisé de réaliser un nouveau suivi mortalité en 2024.***

***Par ailleurs, il conviendra de surveiller l'apparition de nouveaux cas de mortalité pour l'Alouette des champs.***

## 4.2.8 Comparaisons des données de 2023 avec celles de 2016

### 4.2.8.1 Comparaison des résultats globaux

#### 4.2.8.1.1 Mortalité brute

La comparaison de la mortalité sur le parc de Kerdrouallan est basée sur les sorties effectuées en 2016 (AEPE-Gingko) et 2023 (ENCIS Environnement). Le plan d'échantillonnage et les paramètres sont différents pour ces suivis (cf. tableau ci-dessous).

Année	Nombre d'éoliennes suivies	Période suivie	Protocole	Surface prospectée moyenne	Persistance moyenne	Efficacité du chercheur	Intervalle moyen	Nombre de sorties
2016/2017	Toutes	Mi-mars à fin octobre	Standardisé (2015)	0,64	4,27	0,88	7,00	32
2023		Mi-mai à fin octobre	Standardisé (2018)	0,38	2,96	0,80		24

Sur ce parc, 3 oiseaux ont été retrouvés en 2016 et 8 en 2023 soit 11 individus au total (tableau suivant). La mortalité brute en 2023 a plus que doublé en comparaison de celle de 2016 et ce, malgré un protocole plus restreint et une diminution de la valeur des paramètres.

L'espèce la plus impactée sur les deux années de suivi est le Pinson des arbres avec deux individus retrouvés (2023). Les espèces retrouvées en 2023 sont différentes de celles retrouvées en 2016 : un Martinet noir (espèce patrimoniale), un Faucon crécerelle (espèce patrimoniale et a enjeu au moment de l'étude d'impact) et une Mésange à longue queue.

Espèce	Année	
	2016	2023
Martinet noir	1	0
Faucon crécerelle	1	0
Mésange à longue queue	1	0
Oiseau indéterminé	0	2
Pinson des arbres	0	2
Alouette des champs	0	1
Faisan de Colchide	0	1
Pigeon ramier	0	1
Corneille noire / Choucas des tours	0	1 (+1 hors protocole)

Tableau 15 : Mortalité brute observée par espèce sur le parc en 2016 et 2023

**Bien que le plan d'échantillonnage soit plus restreint et que les valeurs des paramètres soient plus faibles en 2023, la mortalité observée est plus forte en 2023. Toutefois, les données récoltées sur les deux années suivies ne peuvent pas permettre de dégager une tendance nette concernant l'évolution de la mortalité et un éventuel impact sur une espèce particulière.**

4.2.8.1.2 Mortalité estimée

En 2016, le protocole de suivi était différent (suivi dès la mi-mars jusqu'à fin octobre) et les estimations de mortalité n'ont pas été calculées à l'échelle du parc mais pour chacune des éoliennes. La comparaison d'estimations de mortalité n'est donc pas possible dans le cas présent.

4.2.8.2 Comparaison des résultats saisonniers

4.2.8.2.1 Mortalité brute

En 2016, les phases biologiques de reproduction et de migration postnuptiale avaient été concernées par des cas de mortalité. En 2023, la mortalité brute a plus que doublé avec davantage de reproducteurs retrouvés (les deux plumées non identifiées ont été découvertes en période théorique de reproduction). Aucun cas de mortalité n'a été recensé lors de la migration prénuptiale (période suivie uniquement en 2016) et la période hivernale n'a pas été suivie.

Année	Migrateurs prénuptiaux	Reproducteurs	Migrateurs postnuptiaux
2016	0	1	2
2023	-	8	0

Tableau 16 : Mortalité brute sur l'ensemble du parc en fonction de la phase biologique en 2016 et 2023

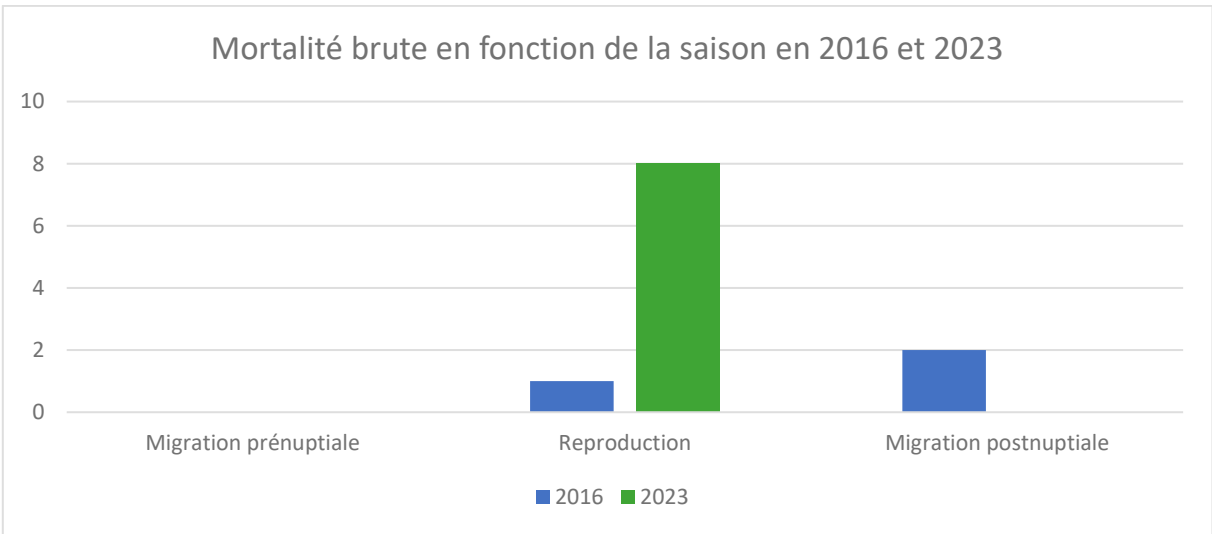


Figure 22 : Mortalité brute sur l'ensemble du parc en fonction de la période biologique en 2016 et 2023

4.2.8.2.2 Mortalité estimée

En 2016, le protocole de suivi était différent (suivi dès la mi-mars jusqu'à fin octobre) et les estimations de mortalité n'ont pas été calculées à l'échelle du parc mais pour chacune des éoliennes. La comparaison d'estimations de mortalité par saison n'est donc pas possible dans le cas présent.

**Compte tenu des résultats obtenus sur les deux années consécutives, il est possible que la période de reproduction soit la plus mortifère.**

**Dans une moindre mesure, la période de migration postnuptiale est aussi concernée et la période de migration prénuptiale ne semble pas mortifère.**

**Ces interprétations doivent être étudiées avec prudence étant donné le faible nombre de données acquises.**

#### 4.2.8.3 Comparaison des résultats spatialisés

##### 4.2.8.3.1 Mortalité brute

Des cadavres d'oiseaux ont été retrouvés sous deux éoliennes en 2016 et sous les quatre éoliennes en 2023 (tableau suivant). En 2016, la mortalité était plutôt hétérogène sur le parc avec deux cas recensés sous l'éolienne E4 et un cas sous l'éoliennes E3. En 2023, la mortalité brute a augmenté et la répartition des cadavres est plus homogène sur le parc. Toutefois, la mortalité semble plus importante pour les éoliennes E3 (quatre cas) et E4 (deux cas).

Année	E1	E2	E3	E4
2016	0	0	1	2
2023	1	1	4	2

Tableau 17 : Mortalité brute par éolienne en 2016 et 2023

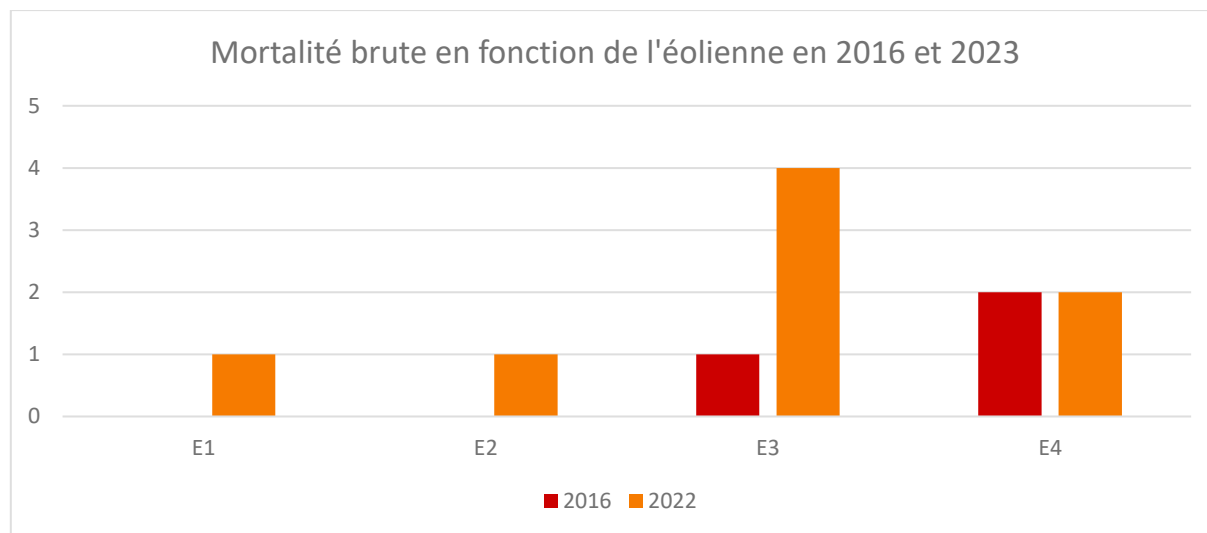


Figure 23 : Figure 59 : Mortalité brute par éolienne en 2016 et 2023

#### 4.2.8.3.2 Mortalité estimée

En 2016, la formule de Jones n'a pas été calculée. La comparaison des estimations de mortalité pour les deux années de suivi se base donc seulement sur les estimations selon Erickson et Huso.

Année	E1	E2	E3	E4
2016	0	0	3,2 à 4,0	7,1 à 8,7
2023	6,24 à 6,91 (1 – 26,64)	7,96 à 8,81 (1 – 30,54)	27,39 à 30,30 (6,35 – 63,67)	18,93 à 21,00 (2 – 56,04)
Mortalité estimée : valeur minimale et maximale des estimations selon Erickson et Huso. Entre parenthèses : étendue des intervalles de confiance avec un risque d'erreur de 5 %.				
Lorsque la borne inférieure de l'intervalle de confiance indique 0, cette dernière est remplacée par la valeur de mortalité brute.				

Tableau 18 : Mortalité estimée par éolienne en 2016 et 2023

Les différences de protocoles entre les deux années et l'absence d'intervalle de confiance associé aux estimations de 2016 ne permettent pas réaliser de comparaison de mortalité par éolienne.

**Les résultats obtenus sur les deux années suivies suggèrent une certaine homogénéité spatiale de la mortalité au sein de parc. Bien que les éoliennes E3 et E4 semblent plus mortifères, les données ne permettent pas de conclure sur ce point.**

#### 4.2.9 Synthèse

- **La mortalité brute relevée sur l'ensemble du suivi (de mi-mai à fin octobre 2023) est de huit individus (deux Pinsons des arbres, une Alouette des champs, un Faisan de Colchide, un Pigeon ramier, un Corvidé de type Corneille noire / Choucas des tours, et deux oiseaux non identifiés).**
  - **Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 61 à 84 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 20 et 166, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).**
  - **Par ailleurs, un autre individu de Corvidé de type Corneille noire / Choucas des tours a été retrouvé en dehors du protocole de suivi.**
  - **La mortalité de l'avifaune sur le parc de Kerdrouallan semble plus concentrée sur la période de reproduction et d'envol des jeunes, et pourrait être liée à :**
    - l'occurrence ponctuelle de facteurs à risques : phénologie, comportement (la forte activité et l'augmentation de prises de risque des oiseaux durant la phase de reproduction et d'envol des jeunes) ;
    - la présence de milieux favorables à l'avifaune des cortèges bocagers et agricoles à proximité des éoliennes (grandes parcelles agricoles, en prairie ou en culture) ;
    - l'attractivité des plateformes par le développement d'un milieu herbacé favorisant l'installation d'un nid pour les espèces de passereaux nichant au sol, comme l'Alouette des champs.
  - **Compte tenu de la mortalité observée et des effectifs concernés, le parc de Kerdrouallan ne présente pas, en 2023, d'impact significatif sur une espèce particulière.**
  - **Toutefois, parmi les espèces à enjeu, ciblées lors de l'étude d'impact, l'Alouette des champs a été recensée durant ce suivi, dont il sera nécessaire de surveiller avec attention l'évolution des cas de mortalité durant les prochaines années de suivi.**
  - **Une mesure d'entretien des plateformes est aussi recommandée afin de limiter l'impact du parc sur les oiseaux et notamment sur l'Alouette des champs.**
  - **La mortalité estimée est d'au moins 20 individus sur la période de suivi. Ainsi, de nouveaux suivis seront nécessaires afin de surveiller l'évolution de la mortalité et d'améliorer la précision des estimations. Au regard des intervalles de confiance, la mortalité réelle pourrait en effet être élevée.**
- Par ailleurs, compte tenu du nombre d'individus retrouvés, et de leur concentration sur la période de reproduction (dès le début du suivi), il serait nécessaire de suivre intégralement la période de reproduction, en commençant les suivis en avril (ce qui permettrait d'intégrer également une partie importante de la migration prénuptiale, et de pouvoir comparer ces données avec celles des suivis précédents afin de conclure sur l'évolution de la mortalité).**

## 4.3 Mortalité des chiroptères

### 4.3.1 Bilan des connaissances sur la mortalité des chiroptères liée à l'éolien

#### 4.3.1.1 Les principaux facteurs de la mortalité des chiroptères

La mortalité des chauves-souris peut être liée à différents facteurs : collision directe, barotraumatisme, écrasement dans les mécanismes de rouage, intoxication suite à l'absorption d'huile de rouage, etc.

La mortalité par contact direct ou indirect avec les aérogénérateurs reste l'impact le plus significatif des parcs éoliens sur les chiroptères (Brinkmann *et al.*, 2011). Ces collisions ont pour conséquences des blessures létales ou sublétales (Grodsky *et al.*, 2011).

La synthèse bibliographique d'Eva Schuster (Schuster *et al.*, 2015) s'est appuyée sur plus de 220 publications scientifiques dans le but de dresser un état des lieux des connaissances en la matière et de confronter ces différentes hypothèses. Cette publication sert de base à la synthèse suivante.

##### 4.3.1.1.1 Mortalité indirecte

Outre la mortalité la plus évidente résultant de la collision directe des chauves-souris avec les pales des éoliennes, d'autres cas de mortalité indirecte sont documentés :

- un **phénomène de pression/décompression** se produit lors de la rotation des pales et de leur passage devant le mat. La chute brutale de la pression de l'air pourrait impliquer de sérieuses lésions internes des individus passant à proximité des pales, nommés barotraumatismes ;
- la rotation des pales d'éoliennes pourrait provoquer **un vortex** (tourbillon d'air) susceptible de piéger les chauves-souris passant à proximité (Horn *et al.*, 2008) ;
- les **courants d'air créés par la rotation des pales** seraient susceptibles d'entraîner des torsions du squelette des chiroptères passant à proximité, ce qui pourrait aboutir à des luxations ou des fractures des os alaires (Grodsky *et al.*, 2011) ;
- les **collisions sublétales** où des individus percutés par des pales pourraient survivre pendant un temps. Ce type de collision aboutit potentiellement au décès des individus mais pourraient ne pas être comptabilisé lors des suivis si ceux-ci ont pu s'éloigner du rayon de recherche entre-temps.

##### 4.3.1.1.2 La saisonnalité, les conditions météorologiques ou le type d'habitat, comme facteurs de mortalité par collision fortuite

La majorité des auteurs s'accordent sur le fait que la **saisonnalité** joue un rôle prépondérant sur la mortalité des chiroptères par collision avec des aérogénérateurs : l'activité chiroptérologique et donc la mortalité sont les plus élevées en fin d'été-début d'automne (Arnett *et al.*, 2006 ; Dürr, 2002 ; Doty & Martin, 2012 ; Hull & Cawthen, 2013 ; Brinkmann *et al.*, 2006, 2011 ; Grodsky *et al.*, 2012 ; etc.).

Les **conditions météorologiques** influent directement ou indirectement sur la disponibilité en ressources alimentaires (notamment les insectes pour les chauves-souris européennes) et sur les conditions de vol des chiroptères, donc sur le taux de mortalité par collision (Baerwald & Barclay, 2011).

Le paramètre le plus influent semble être la vitesse du vent. Rydell *et al.*, (2010) ont noté des activités maximales pour une vitesse de vent entre 0 et 2 m/s, puis, de 2 à 8 m/s, une activité diminuant pour devenir inexistante au-delà de 8 m/s. Behr *et al.*, (2007) arrivèrent aux mêmes conclusions pour des vitesses de vent supérieures à 6,5 m/s

La température semble également jouer un rôle sur l'activité chiroptérologique. Si plusieurs auteurs concluent à une corrélation positive entre augmentation de la température et activité (Redell *et al.*, 2006 ; Arnett *et al.*, 2006, 2007 ; Baerwald & Barclay, 2011 ; *etc.*), d'autres ne considèrent pas ce paramètre en tant que facteur influant de manière indépendante sur l'activité chiroptérologique (Horn *et al.*, 2008 ; Kerns *et al.*, 2005). La pression atmosphérique (Cryan & Brown, 2007 ; Kern *et al.*, 2005), le rayonnement lunaire (Baerwald & Barclay, 2011 ; Cryan *et al.*, 2014) et l'hygrométrie (Behr *et al.*, 2011) pourraient également influencer sur l'activité chiroptérologique. Il semble toutefois plus vraisemblable que ces paramètres influent de manière concomitante sur l'activité des chiroptères (ce qui serait aussi le cas de la température) comme le montrent Behr *et al.*, (2011) ou sur l'abondance d'insectes (Corten & Veldkamp, 2001).

Le nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes varie également en fonction de l'**environnement immédiat** du parc, de la configuration des aérogénérateurs (distance entre le mât et les structures arborées) et de leurs caractéristiques (hauteur du moyeu et longueur des pales).

#### 4.3.1.1.3 Des comportements à risques de collision, facteurs de mortalité

Comme détaillé précédemment, la saisonnalité joue un rôle particulier dans le niveau d'activité des populations de chiroptères. Les plus forts taux de mortalité sont ainsi généralement recensés en fin d'été - début d'automne, ce qui sous-entend un lien entre mortalité et migration automnale.

Lors des **migrations**, les chauves-souris traversent des zones moins bien connues que leurs territoires de chasse et/ou n'émettent que peu ou pas d'émissions sonar lors de ces trajets, elles seraient ainsi moins à même de repérer les pales en mouvement (Bach, 2001 in Behr *et al.*, 2007 ; Johnson *et al.*, 2003).

**Les comportements de chasse, de reproduction ou de swarming** sont également des comportements à risque de collision. Horn *et al.*, (2008) mettent ainsi en évidence une corrélation positive entre activité d'insectes et de chauves-souris dans les deux premières heures de la nuit.

En période de reproduction ou lors de recherches de gîtes de mise-bas ou de transit, les chiroptères arboricoles recherchent des cavités, des fissures et des décollements d'écorce où s'installer. La silhouette d'une éolienne pourrait ainsi être confondue avec celle d'un arbre en milieu ouvert (Cryan *et al.*, 2014 ; Kunz *et al.*, 2007), entraînant une exploration de l'ensemble de la structure par les chauves-souris et augmentant ainsi le risque de collision.

Enfin, à proximité des gîtes de mise-bas ou de lieux de swarming, des regroupements importants de chiroptères peuvent avoir lieu, résultant en une augmentation conséquente du nombre d'individus et de l'activité autour du site, ainsi qu'en un rassemblement d'individus volant autour des entrées. Cela implique nécessairement un risque accru de mortalité par collision.

**La morphologie et les spécificités écologiques** de certaines espèces semblent être un facteur important dans le risque de collision. Hull et Cawthen (2013) et Rydell *et al.*, (2010) ont ainsi mis en évidence des similarités entre espèces sensibles à l'éolien telles que les noctules, les pipistrelles et les sérotines en Europe. Il s'agit d'espèces glaneuses de plein air aux ailes longues et effilées, adaptées à ce type de vol et utilisant des signaux à faible largeur de bande et à forte intensité. Rydell *et al.*, (2010) ont conclu que 98 % des espèces victimes de mortalité par collision sont des espèces présentant ces caractéristiques morphologiques et écologiques.

#### 4.3.1.1.4 Sensibilité et vulnérabilité des espèces

La sensibilité et la vulnérabilité sont regroupées sous la forme d'un seul coefficient pour les chiroptères. L'indice utilisé est ainsi la **note de risque**. Cette note, comprise entre 1 et 4, correspond au croisement entre le statut de conservation UICN national et le taux de mortalité en Europe. **Cet indice inclus ainsi la sensibilité et définit un risque pour les populations d'espèces.** Concernant les chiroptères, il n'existe effectivement pas d'évaluation des populations européennes ou nationales assez fiables, la vulnérabilité ne peut être définie avec précision d'où l'indice de risque utilisé.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statuts de protection	Statuts Listes rouges (UICN)			Mortalité de DURR par éoliennes 2021**						Note de risque***
						0	1	2	3	4	% de mortalité européenne connue	
		Directive Habitats	Monde	Europe	France	0	1-10	11-50	51-499	>500		
Rhinolophe de Mehely**	Rhinolophus mehelyi	Annexe II & IV	VU	VU	CR = 5		X				0,01	3*
Minioptère de Schreibers	Miniopterus schreibersii	Annexe II & IV	NT	NT	VU = 4			X			0,12	3*
Murin de Capaccini	Myotis capaccinii	Annexe II & IV	VU	VU	NT = 3	X					0	1,5
Rhinolophe euryale	Rhinolophus euryale	Annexe II & IV	NT	VU	LC = 2	X					0	1
Grand Rhinolophe	Rhinolophus ferrumequinum	Annexe II & IV	LC	NT	LC = 2		X				0,01	1,5*
Murin de Bechstein	Myotis bechsteinii	Annexe II & IV	NT	VU	NT = 3		X				0,01	2*
Petit Murin	Myotis blythii	Annexe II & IV	LC	NT	NT = 3		X				0,07	2*
Noctule de Leisler	Nyctalus leisleri	Annexe IV	LC	LC	NT = 3					X	6,7	3,5

Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Annexe IV	LC	LC	VU = 4					X	14,6	4
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Annexe IV	LC	LC	NT = 3					X	15	3,5
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Annexe II & IV	LC	NT	LC = 2	X					0	1
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	Annexe IV	LC	LC	NT = 3				X		0,7	3
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Annexe II & IV	NT	VU	LC = 2		X				0,06	1,5*
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>	Annexe IV	LC	LC	DD = 1			X			0,4	1,5
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Annexe IV	LC	LC	NT = 3				X		1,1	3
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2				X		3,2	2,5
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	Annexe IV	DD	DD	LC = 2	X					0	1
Murin de Brandt	<i>Myotis brandtii</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2		X				0,02	1,5
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2		X				0,09	1,5
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	Annexe II & IV	LC	LC	LC = 2		X				0,05	1,5*
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	Annexe II & IV	LC	LC	LC = 2		X				0,07	1,5*
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2		X				0,05	1,5
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2		X				0,02	1,5
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2				X		4,4	2,5
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Annexe IV	LC	LC	NT = 3					X	22,6	3,5
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2				X		4,2	2,5
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2		X				0,07	1,5
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2		X				0,08	1,5
Murin d'Escalera	<i>Myotis escaleraei</i>	NE	NE	/	VU = 4	X					0	2*
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Annexe IV	NT	DD	VU = 4			X			0,4	3*
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrobullaris</i>	Annexe IV	LC	NT	VU = 4	X					0	2

Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	Annexe IV	LC	LC	DD = 1				X		2	2
Murin des marais**	<i>Myotis dasycneme</i>	Annexe II & IV	NT	NT	EN=5		X				0,02	3*
<p>DD : Données insuffisantes</p> <p>LC : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)</p> <p>NT : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)</p> <p>VU : Vulnérable</p> <p>EN : En danger</p> <p>CR : En danger critique d'extinction</p> <p>NA : Non applicable (espèce non soumise à évaluation car introduite dans la période récente ou présente en métropole de manière occasionnelle ou marginale)</p> <p>* Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection</p> <p>** Espèce faisant partie de la liste des vertébrés protégés menacés d'extinction et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département (Arrêté di 9 juillet 1999)</p>												
<p>* : surclassement possible localement pour les espèces forestières si implantation en forêt, et les espèces fortement grégaires (proximité d'importantes nurseries ou de sites d'hibernation majeurs)</p> <p>**Mortalité de DURR par éoliennes 2021 (Europe) : informations reçues au 07/05/2021</p> <p>***Note calculée par ENCIS sur la base de la SFEPM 2015 avec la mise à jour de la mortalité de DURR : mise à jour le 02/12/2021</p>												

Tableau 19 : Sensibilité et note de risque des chiroptères vis-à-vis des éoliennes

#### 4.3.1.2 Bilan national et européen de la mortalité des chiroptères

4 594 cas de collision avec les éoliennes ont été recensés en France au 9 août 2023 (Dürr, 2023). L'espèce la plus fortement impactée (environ 42 %) est de loin la Pipistrelle commune (cf. Annexe 4 et figure suivante). La Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl et les Pipistrelles indéterminées sont retrouvées dans de plus faibles proportions (environ 9 % respectivement). Enfin, dans des proportions encore plus faibles, la Noctule commune (environ 6 %), la Noctule de Leisler (environ 5 %), et la Pipistrelle pygmée (environ 4 %) sont identifiées. Il est précisé qu'environ 10 % des chiroptères retrouvés restent indéterminés.

Au niveau européen, la Pipistrelle commune est aussi l'espèce la plus impactée, suivie par la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune et les Pipistrelles indéterminées.

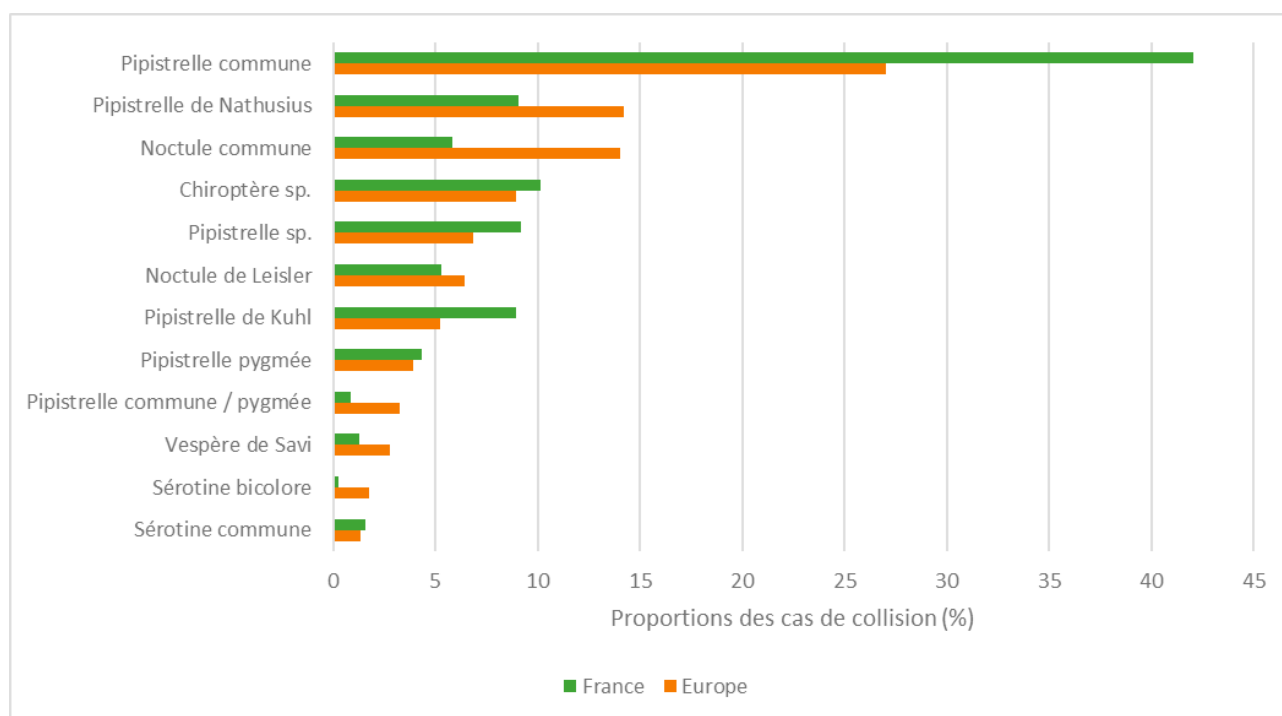


Figure 24 : Proportions des cas de collision avec les éoliennes en fonction des espèces, en France et en Europe (espèces représentant plus de 1% des cas de mortalité en Europe, d'après Dürr, 2023)

#### 4.3.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact

L'inventaire réalisé par la SEPNB sur la durée d'un cycle annuel (2007), a permis d'identifier seulement deux espèces : le Murin à moustaches et la Pipistrelle commune.

Cependant, au regard de la faible pression d'inventaire établie lors de l'état initial, il est très probable que d'autres espèces soient présentes sur le site.

#### 4.3.3 Résultats globaux du suivi des chiroptères en 2023

##### 4.3.3.1 Mortalité brute

Sur le parc de Kerdrouallan, 12 cadavres et 1 chiroptère vivant (individu pris en compte et comptabilisé pour les analyses comparatives) appartenant à deux espèces ont été retrouvés (tableau suivant). Ces 13 individus ont été découverts lors du protocole de suivi de la mortalité. La mortalité brute est de 3,25 individus / éolienne durant la période de suivi s'étalant de mi-mai à mi-octobre, soit 24 prospections, à raison d'une prospection par semaine.

L'espèce la plus retrouvée est la Pipistrelle commune (11 cadavres et 1 individu vivant). Par ailleurs, un cadavre de Pipistrelle de Nathusius a également été recensé.

Le tableau suivant synthétise les caractéristiques de chaque cadavre recensé durant le suivi.

Date	Espèce	Éolienne	Statut biologique	Sexe	Âge	Source
24/08/2023	Pipistrelle commune	E1	Transits automnaux et swarming	Inconnu	Inconnu	Protocole
06/09/2023	Pipistrelle commune	E1	Transits automnaux et swarming	Inconnu	Inconnu	
06/09/2023	Pipistrelle commune	E1	Transits automnaux et swarming	Femelle	Adulte	
06/09/2023	Pipistrelle commune	E2	Transits automnaux et swarming	Mâle	Juvenile	
06/09/2023	Pipistrelle de Nathusius	E3	Transits automnaux et swarming	Femelle	Adulte	
06/09/2023	Pipistrelle commune	E3	Transits automnaux et swarming	Mâle	Adulte	
06/09/2023	Pipistrelle commune	E3	Transits automnaux et swarming	Mâle	Adulte	
06/09/2023	Pipistrelle commune	E4	Transits automnaux et swarming	Mâle	Adulte	
12/09/2023	Pipistrelle commune	E1	Transits automnaux et swarming	Mâle	Adulte	
12/09/2023	Pipistrelle commune	E2	Transits automnaux et swarming	Femelle	Juvenile	
12/09/2023	Pipistrelle commune	E3	Transits automnaux et swarming	Mâle	Adulte	
12/09/2023	Pipistrelle commune	E3	Transits automnaux et swarming	Inconnu	Adulte	
28/09/2023	Pipistrelle commune	E3	Transits automnaux et swarming	Mâle	Adulte	

Tableau 20 : Chiroptères découverts lors du suivi mortalité

**Avec 12 cadavres de chiroptères et 1 individu vivant recensés, la mortalité brute observée sur le parc de Kerdrouallan est de 3,25 individus / éolienne sur la période de suivi s'étalant de mi-mai à fin octobre 2023.**

#### 4.3.3.2 Mortalité estimée

Le tableau suivant compile les résultats de la mortalité estimée pour l'ensemble du parc éolien sur la période de suivi, selon les différentes méthodes retenues (estimations calculées via le logiciel EolApp du CEFE Montpellier, <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp>). L'intervalle de confiance à 95 % est également mentionné.

Méthodes	Mortalité estimée (mortalité globale)	Intervalle de confiance à 95 % (mortalité globale)
Erickson	<b>92,77</b>	13 – 244,77
Huso	<b>102,90</b>	13 – 268,66
Jones	<b>128,64</b>	13 – 341,36
Lorsque la borne inférieure de l'intervalle de confiance est inférieure à la mortalité brute, cette dernière est remplacée par la valeur de mortalité brute.		

Tableau 21 : Estimations de la mortalité des chiroptères pour l'ensemble du parc sur la période de suivi selon les méthodes utilisées

**Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 93 à 129 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 13 et 342 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).**

La précision des estimations est jugée insuffisante pour pouvoir interpréter les résultats (intervalles de confiance).

Les paramètres correcteurs peuvent avoir un impact fort. C'est notamment le cas pour les valeurs correctives, comme la persistance des cadavres, qui reflète une forte prédation sur le parc de Kerdrouallan ( $t = 2,96$  jours). En outre, la correction surfacique est assez élevée ( $A = 2,61$ ) étant donné le grand nombre de zones n'ayant pu être prospectées, dû notamment à la présence des cultures et au développement de la végétation sur les plateformes. Ceci indique pourquoi la précision des estimations est si peu élevée.

Dans les paragraphes suivant (résultats saisonniers et spatialisés), compte tenu du faible nombre de données et/ou de l'absence d'hypothèse biologique expliquant les variations constatées et/ou de la non-homogénéité du suivi (nombre de sortie, périodes couvertes, etc.), le calcul d'une mortalité estimée est susceptible de ne pas être pertinent ou réalisable. Le cas échéant, seule la mortalité brute est analysée.

#### 4.3.3.3 Analyse taxonomique

Les 13 individus de chiroptères trouvés correspondent à 12 Pipistrelles communes et 1 Pipistrelle de Nathusius. Il convient de considérer que cette mortalité observée n'est pas nécessairement représentative de la mortalité réelle par groupe taxonomique. La Pipistrelle commune et Pipistrelle de Nathusius font partie des espèces les plus impactées en France et en Europe (cf. 4.3.1.2 Bilan national et européen de la mortalité des chiroptères).

***Les Pipistrelles communes et la Pipistrelle de Nathusius découvertes sur le parc de Kerdrouallan sont des espèces fréquemment concernées par des cas de mortalité en France et en Europe.***

#### 4.3.4 Résultats saisonniers

##### 4.3.4.1 Mortalité brute

Au cours de ce suivi, les cadavres de chiroptères ont été retrouvés durant les mois d'août et septembre (figure suivante).

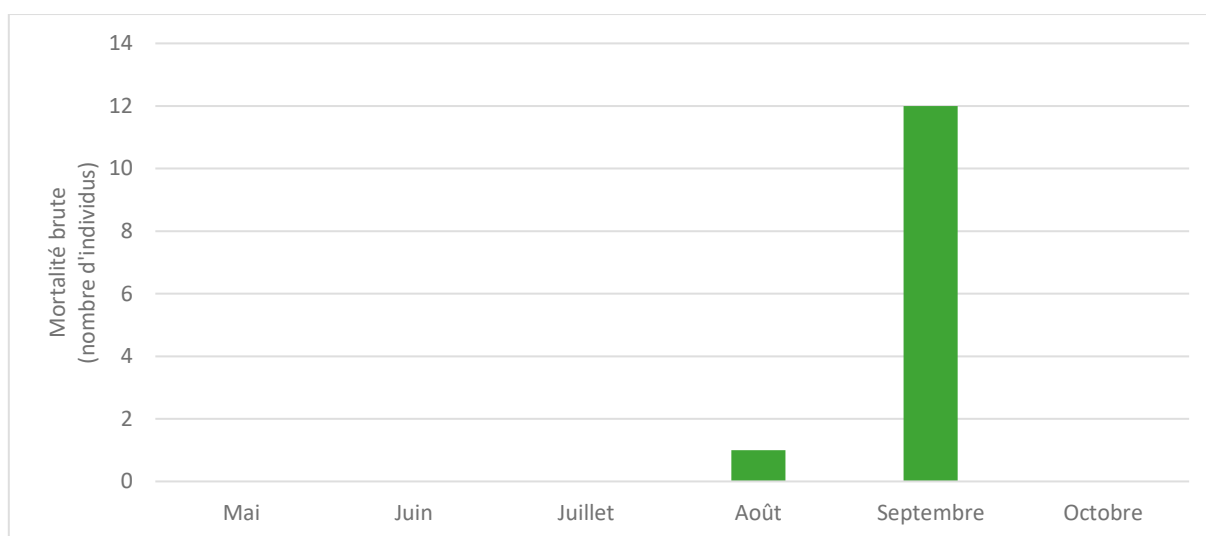


Figure 25 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi

La mortalité observée est la plus importante au mois de septembre et dans une moindre mesure au mois d'août. Compte tenu des caractéristiques des individus retrouvés (espèce, date, critères morphologiques), la période concernée correspond à celle du transit automnal et du swarming. Par ailleurs, une absence de mortalité est constatée durant les périodes de transit printanier, de mise-bas et d'élevage des jeunes. A noter, les suivis n'ont démarré qu'à partir du 17 mai, il n'est pas impossible que des individus en transit printanier aient été tués mais dont la mortalité n'a pas été recensée.

La mortalité fluctue entre 1 et 12 individus sur les mois concernés et a fait l'objet d'une déclaration d'incident « faune volante » pour mortalité massive. La mortalité semble concentrée sur la période du transit automnal et de swarming. Cependant, les périodes de transits n'ont pas été intégralement

couvertes par le suivi (de façon générale, la période de transit printanier débute en mars, et celle de transit automnal se termine en novembre). Par ailleurs, étant donnés les potentiels prélèvements de cadavres entre les prospections, il n'est pas impossible que d'autres périodes soient concernées par des cas de mortalité.

#### 4.3.4.2 Mortalité estimée

Le tableau suivant présente les mortalités estimées en fonction des différentes périodes du cycle biologique des chiroptères.

Méthodes	Mortalité estimée (individus / période)		
	Transit printanier	Mise-bas	Transit automnal
	17 mai au 31 mai, 3 visites	1er juin au 15 août, 10 visites	16 août au 25 octobre, 11 visites
Erickson	0	0	80,35 (13 – 199,44)
Huso	0	0	89,97 (13 – 219,97)
Jones	0	0	111,19 (13 – 279,21)
Lorsque la borne inférieure de l'intervalle de confiance est inférieure à la mortalité brute, cette dernière est remplacée par la valeur de mortalité brute.			

Tableau 22 : Mortalité estimée par période sur l'ensemble du parc

La mortalité est plus importante en période de transit automnal. Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 81 à 112 individus pour l'ensemble du parc sur cette période, et la mortalité réelle devrait se situer entre 13 et 280, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

Aucun cas de mortalité n'a été constaté durant les autres périodes, les estimations sur ces périodes sont donc nulles (cela n'est pas synonyme d'une absence de mortalité). A noter, seules deux semaines ont été suivies en période de transit printanier.

**La mortalité des chiroptères sur le parc de Kerdrouallan semble concentrée sur la période de transit automnal et de swarming.**

### 4.3.5 Résultats spatialisés par éolienne

#### 4.3.5.1 Mortalité brute

Durant ce suivi, toutes les éoliennes ont été concernées par des cas de mortalité (carte suivante). Six cadavres de chiroptères ont été retrouvés sous l'éolienne E3, quatre sous l'éolienne E1, deux sous l'éolienne E2 et un sous l'éolienne E4.



Carte 5 : Répartition des cadavres de chiroptères trouvés par éolienne

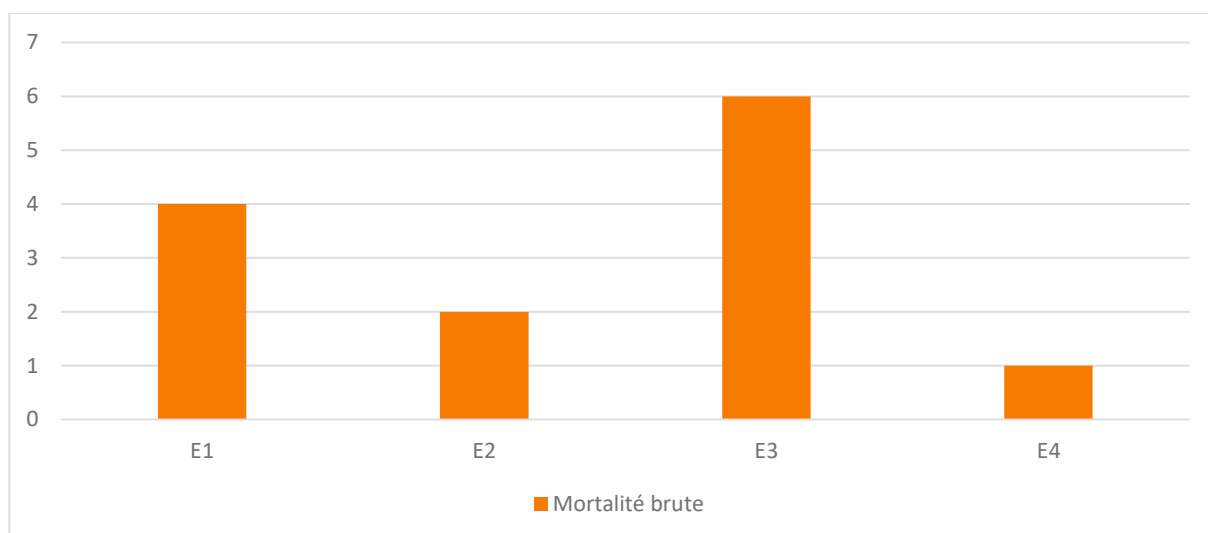


Figure 26 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi

#### 4.3.5.2 Mortalité estimée

Le tableau suivant présente les mortalités estimées par éolienne.

Méthodes	Mortalité estimée (individus / éolienne)			
	E1	E2	E3	E4
Erickson	<b>24,35</b> (4 – 60,62)	<b>15,87</b> (2 – 41,17)	<b>39,68</b> (6 – 101,90)	<b>9,49</b> (1 – 33,30)
Huso	<b>26,93</b> (4 – 66,68)	<b>17,61</b> (2 – 46,34)	<b>43,82</b> (6 – 111,42)	<b>10,51</b> (1 – 36,24)
Jones	<b>33,70</b> (4 – 85,17)	<b>21,87</b> (2 – 59,06)	<b>54,90</b> (6 – 142,85)	<b>13,08</b> (1 – 46,54)

Entre parenthèses : intervalles de confiance à 95 %  
 Lorsque la borne inférieure de l'intervalle de confiance est inférieure à la mortalité brute, cette dernière est remplacée par la valeur de mortalité brute.

Tableau 23 : Mortalité estimée par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi

La précision des estimations est jugée insuffisante pour pouvoir interpréter les résultats (intervalles de confiance).

La mortalité brute est la plus importante pour l'éolienne E3. Toutefois, les analyses de mortalité estimée ne permettent pas de confirmer que cette éolienne est plus mortifère que les autres.

**D'après ces résultats, l'éolienne E3 pourrait être la plus mortifère. Toutefois, les données ne permettent pas de conclure sur ce point.**

#### 4.3.6 Causes potentielles de la mortalité engendrée sur le parc éolien

Il existe de nombreux facteurs pouvant engendrer ou accroître les risques de collision des chiroptères avec les turbines :

- le **comportement** (d'une espèce en général ou d'individus en particulier),
- la **période** (les comportements et l'abondance des individus peuvent être modifiés en fonction des différentes phases biologiques),
- la **localisation du parc** (présence de boisements, de haies, de couloirs de transits, *etc.*) ;
- les **caractéristiques des éoliennes** (nombre d'éolienne, agencement, taille et hauteur du rotor, *etc.*) ;
- les **conditions météorologiques** (températures et vents favorables à l'activité, absence de précipitations, *etc.*).

L'origine d'une collision est souvent multifactorielle. Il convient ainsi, lorsque cela est possible, de les identifier afin de déterminer les causes de la mortalité sur le parc éolien, et si cela est justifié, d'appliquer d'éventuelles mesures correctrices.

D'après les caractéristiques des individus retrouvés, ainsi que des analyses spatiales et saisonnières effectuées précédemment dans ce rapport, plusieurs causes récurrentes peuvent être à l'origine de la mortalité sur le parc de Kerdrouallan :

La distribution saisonnière des cas de mortalité révèle une mortalité plus forte lors de la saison de transit automnal. En outre, et étant donnée leur phénologie, les 12 individus de Pipistrelle commune et celui de la Pipistrelle de Nathusius retrouvés durant cette période semblent effectivement avoir été tués lors d'un contexte de rassemblements postnuptiaux. Un site de regroupement automnal pour la Pipistrelle commune est situé à Quintin à moins de 10 km de Saint-Gildas. Par ailleurs, une colonie de Pipistrelle de Nathusius (en mixité avec des Pipistrelles communes) est située à Pordic à environ 20 km de Saint-Gildas. Les sites de swarming pouvant drainer de nombreux individus à des kilomètres à la ronde, il est possible que certains individus présents au sein du parc éolien utilisent ce lieu de swarming. Compte tenu de ces éléments, le parc éolien de Kerdrouallan pourrait effectivement représenter un risque pour les chiroptères en migration. La mortalité sur cette période est assez élevée.

Le parc éolien est occupé principalement par des grandes parcelles agricoles, cultivées ou en prairie, avec très peu d'éléments boisés (réseau de haies lâches notamment). Ce secteur semble donc peu attractif pour les chiroptères. Seuls les boisements et les corridors créés par les haies discontinues présentent des milieux favorables aux chauves-souris, en termes de territoire de chasse essentiellement. Sur le parc de Kerdrouallan, seule l'éolienne E1 est plus proche des boisements (90 m) et de haies de bonne qualité (40 m) en bordure de chemin d'exploitation. C'est d'ailleurs l'une des éoliennes les plus mortifères avec l'éolienne E3. C'est sous cette dernière que la mortalité brute est la plus élevée. Les grandes parcelles agricoles entourant cette éolienne, bien que moins attractives, ne sont pas pour autant négligeables. La mortalité engendrée par cette turbine peut être expliquée par une importante activité de chasse dans ces milieux ouverts.

La mortalité engendrée par l'éolienne E4 est la plus faible. Implantée au sein de la même grande parcelle agricole que l'éolienne E3, il est possible que la hauteur de mat supplémentaire de 13,80 m en raison de la perte de dénivelé au niveau de cette machine ait diminué le risque de mortalité des chiroptères.

La mortalité est observée uniquement lors de la période de transit automnal et de swarming : 1 individu le 24 août, 7 individus le 6 septembre (ce qui a fait l'objet d'une déclaration d'incident « faune volante » pour mortalité massive), 4 individus le 12 septembre et 1 individu le 28 septembre. Cette mortalité ponctuelle peut être liée à des conditions climatiques exceptionnelles. En effet, les températures nocturnes très élevées, les vents très faibles et l'absence de précipitations ont été très favorables à l'activité des chiroptères fin août début septembre, on note effectivement un nombre de contacts très importants les nuits précédentes la découverte des six individus (625 contacts la nuit du 06 septembre). Ce pic de mortalité peut ainsi être dû à des émergences d'insectes qui pourraient coïncider avec une recherche active de nourriture par les chiroptères en vue de la constitution des réserves de graisse avant l'hibernation.

***Les causes principales de la mortalité sur le parc semblent être liées à :***

- une activité importante en période de swarming et de transit automnal et à l'emplacement du parc sur un secteur de swarming régulier pour la Pipistrelle commune (gîte identifié à moins de 10 km),***
- l'emplacement de l'éolienne E1, dans une prairie à proximité de bois et de haies de bonne qualité, pouvant engendrer un risque accru sur les chiroptères. Les milieux boisés et les alignements arborés et arbustifs sont généralement riches et densément fréquentés par les chiroptères,***
- l'emplacement de l'éolienne E3 au sein de grandes parcelles agricoles, a priori défavorables aux chiroptères, mais non négligeables pour l'activité de chasse, pouvant causer de fortes mortalités. Par ailleurs, la mortalité sur le parc de Kerdrouallan semble saisonnière (lors du transit automnal) mais peut être aussi liée à des conditions climatiques exceptionnelles (mortalité ponctuelle).***

### 4.3.7 Incidences spécifiques du parc éolien sur les chiroptères

Le tableau suivant synthétise les statuts réglementaires et de conservation des espèces ayant été directement impactées par le parc de Kerdrouallan, ainsi que leur note de risque éolien.

Espèce	Statut de protection		Statut de conservation (UICN)			Note de risque éolien	Effectifs
	Directive Habitat-Faune-Flore	Mammifères protégés France	Europe	France	Bretagne		
Pipistrelle commune	Annexe IV	Article 2	LC	NT	LC	3,5	12
Pipistrelle de Nathusius	Annexe IV	Article 2	LC	NT	NT	3,5	1
LC : Préoccupation mineure / NT : Quasi menacée / VU : Vulnérable / EN : en danger / DD : Données insuffisantes / NA : Non applicable / NE : Non évalué. <span style="background-color: #f8d7da; border: 1px solid #f5c6cb; padding: 2px;"> </span> : éléments de patrimonialité.							

Tableau 24 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées

Au regard des statuts de conservation des individus découverts et le risque pour les espèces concernées face aux éoliennes, les deux espèces sont à considérer avec vigilance sur le parc de Kerdrouallan : La Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius.

**La Pipistrelle commune** peut évoluer à plus de 20 mètres de haut en forêt ou à proximité d'une lisière ou haie (Arthur et Lemaire, 2015, p. 400). Elle est plus généralement très opportuniste et peut adapter son mode de chasse selon l'environnement. Malgré un mode de chasse généralement proche du feuillage, elle fait partie des espèces présentant les plus forts taux de mortalité face aux éoliennes. En effet, elle représente 42 % des cadavres retrouvés en France entre 2003 et 2023. De plus, même s'il s'agit de l'espèce la plus commune, les suivis montrent un lent effritement des populations et elle pourrait perdre sur le long terme sa place d'espèce la plus abondante en Europe (Arthur et Lemaire, 2015, p. 403). Lors du dernier Plan National d'Actions chiroptère 2009-2013, cette tendance d'évolution des populations à la baisse a été constatée (PNA Chiroptères – Bilan technique final, 2014). Au niveau national, un déclin est constaté, avec une perte estimée en France métropolitaine de 9 % de la population entre 2006 et 2019 (Bas *et al.*, 2020). La Pipistrelle commune est classée « Quasi-menacée » au niveau national et « Préoccupation mineure » au niveau régional. Sa note de risque à l'éolien est de 3,5.

Sur le site, c'est l'espèce la plus contactée en nacelle avec plus de 2 700 contacts sur la période inventoriée. Par ailleurs, un gîte de regroupement automnal est situé à Quintin à moins de dix kilomètres du parc.

**Onze cas de mortalité ont été recensés en 2023.** Quatre d'entre eux présentaient des blessures apparentes laissant supposer une collision, les sept autres ayant probablement été victimes de barotraumatisme. Par ailleurs, un individu vivant a également été retrouvé. Celui-ci ne présentait aucune blessure visible et semblait en bonne santé, il a été relâché dans un arbre à proximité.

**Compte tenu des éléments décrits précédemment (statuts de conservation et dynamique de population), l'impact du parc sur la Pipistrelle commune est jugé fort et significatif en 2023. Une attention particulière devra être portée à cette espèce lors des prochains suivis.** Une mesure de programmation préventive est également proposée afin de réduire la mortalité.

**La Pipistrelle de Nathusius** adopte un vol de chasse rapide et rectiligne, souvent le long des structures linéaires des chemins forestiers et des lisières. Un peu moins agile que la Pipistrelle commune, la hauteur de vol est en général de 3 à 20 m (Dietz *et al.*, 2009, p. 298). Elle patrouille à plus basse altitude le long des zones humides, des rivières et des lacs, et chasse aussi en plein ciel à grande hauteur (Arthur et Lemaire, 2015, p.393). C'est une victime régulière des éoliennes avec 9 % des cadavres retrouvés en France entre 2003 et 2023. Les populations sont en déclin notable, avec une perte estimée en France métropolitaine de 46 % de la population entre 2006 et 2019 (Bas *et al.*, 2020). La Pipistrelle de Nathusius est classée « Quasi-menacée » aux niveaux national et régional. Sa note de risque à l'éolien est forte avec 3,5.

Au sein du parc, elle est la seconde espèce la plus contactée et **un cas de mortalité a été recensé en 2023.**

**Compte tenu des éléments décrits précédemment (statuts de conservation et dynamique de population), de la proximité avec les sites de swarming et de leur comportement migratoire, l'impact du parc sur la Pipistrelle de Nathusius est jugé modéré et significatif en 2023. Une attention particulière devra être portée à cette espèce lors des prochains suivis.** Une mesure de programmation préventive est également proposée afin de réduire la mortalité.

***Parmi les espèces à enjeu et/ou risques élevés, ciblées lors de l'étude d'impact, la Pipistrelle commune a été recensée durant de ce suivi. Un individu de Pipistrelle de Nathusius a aussi été découvert.***

***A partir des cas de mortalité avérés (mortalité brute), des statuts de conservation et des dynamiques de populations des espèces concernées, le parc de Kerdrouallan représente un impact significatif sur la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius en 2023.***

***Par ailleurs, le nombre de cas de mortalité observé (mortalité brute) est élevé. De plus, la mortalité réelle présente une forte incertitude.***

***En conséquence, il est préconisé de mettre en place une mesure de programmation préventive. Il sera ainsi nécessaire de réaliser un nouveau suivi mortalité en 2024 et de surveiller avec attention l'évolution des cas de mortalité sur la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius.***

### 4.3.8 Comparaisons des données de 2023 avec celles de 2016

#### 4.3.8.1 Comparaison des résultats globaux

##### 4.3.8.1.1 Mortalité brute

La comparaison de la mortalité sur le parc de Kerdrouallan est basée sur les sorties effectuées en 2016 (AEPE-Gingko) et 2023 (ENCIS Environnement). Le plan d'échantillonnage et les paramètres sont différents pour ces suivis (cf. tableau ci-dessous).

Année	Nombre d'éoliennes suivies	Période suivie	Protocole	Surface prospectée moyenne	Persistance moyenne	Efficacité du chercheur	Intervalle moyen	Nombre de sorties
2016/2017	Toutes	Mi-mars à fin octobre	Standardisé (2015)	0,64	4,27	0,88	7,00	32
2023		Mi-mai à fin octobre	Standardisé (2018)	0,38	2,96	0,80		24

Sur ce parc, 15 chiroptères ont été retrouvés en 2017 et 13 en 2023 soit 28 individus au total (tableau suivant). La mortalité brute en 2023 est relativement similaire à celle de 2016 et ce, malgré un protocole plus restreint et une diminution de la valeur des paramètres.

Les espèces les plus impactées sur les deux années de suivi sont la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl (tableau suivant). La Pipistrelle de Kuhl a été retrouvée uniquement en 2016 et la Pipistrelle de Nathusius qu'en 2023. Seule la Pipistrelle commune a été retrouvée sur les deux années de suivi.

Espèce	Année	
	2016	2023
Pipistrelle indéterminée	5	0
Pipistrelle de Kuhl	9	0
Pipistrelle commune	1	12
Pipistrelle de Nathusius	0	1

Tableau 25 : Mortalité brute observée par espèce sur le parc en 2016 et 2023

**La Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl semblent être les espèces les plus impactées. Toutefois, le nombre de pipistrelles non identifiées pourrait modifier ces tendances et/ou révéler un impact plus important sur une autre espèce, comme la Pipistrelle de Nathusius par exemple.**

##### 4.3.8.1.2 Mortalité estimée

En 2016, le protocole de suivi était différent (suivi dès la mi-mars jusqu'à fin octobre) et les estimations de mortalité n'ont pas été calculées à l'échelle du parc mais pour chacune des éoliennes. La comparaison d'estimations de mortalité n'est donc pas possible dans le cas présent.

#### 4.3.8.2 Comparaison des résultats saisonniers

##### 4.3.8.2.1 Mortalité brute

Des cadavres de chiroptères ont été retrouvés durant les phases de mise-bas, d'élevage des jeunes et de transit automnal en 2016, alors qu'aucun cas de mortalité n'est recensé lors des phases de mise-bas et d'élevage des jeunes en 2023 (figure suivante). Par ailleurs, le nombre de cas de mortalité est supérieur, en 2023, pour la phase de transit automnal. Aucun cas de mortalité n'a été recensé lors de la phase de transit printanier (période moins suivie par les inventaires de 2023) et la période d'hibernation n'a pas été suivie.

Année	Transit printanier	Mise-bas	Transit automnal
2016	0	5	10
2023	0	0	13

Tableau 26 : Mortalité brute sur l'ensemble du parc en fonction de la période biologique en 2016 et 2023

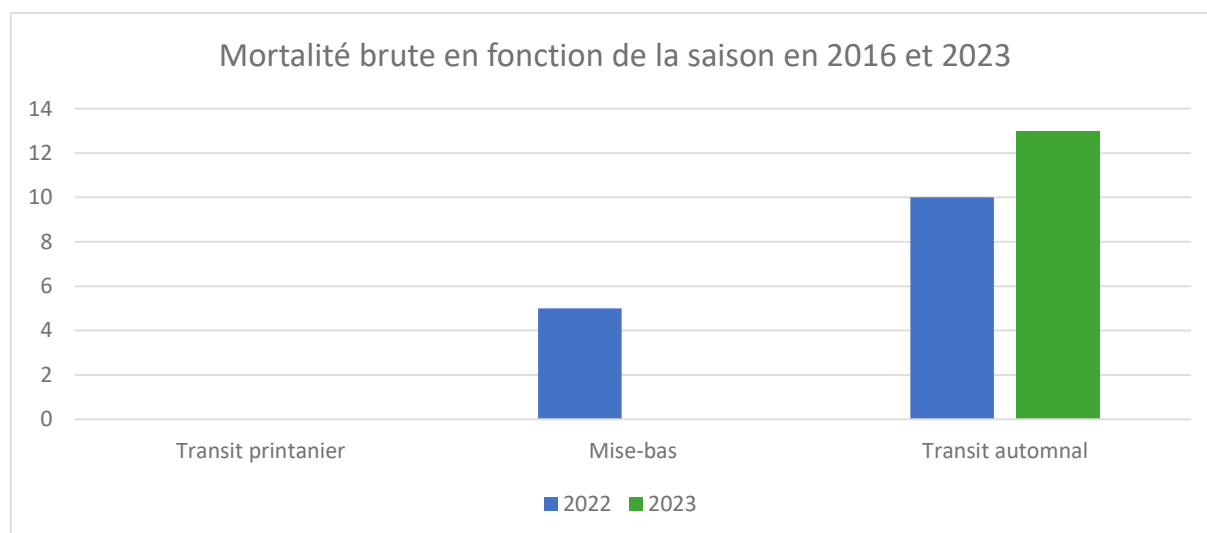


Figure 27 : Mortalité brute sur l'ensemble du parc en fonction de la période biologique en 2016 et 2023

##### 4.3.8.2.2 Mortalité estimée

En 2016, le protocole de suivi était différent (suivi dès la mi-mars jusqu'à fin octobre) et les estimations de mortalité n'ont pas été calculées à l'échelle du parc mais pour chacune des éoliennes. La comparaison d'estimations de mortalité par saison n'est donc pas possible dans le cas présent.

**Compte tenu des résultats obtenus sur les deux années consécutives, il est possible que la période de transit automnal et de swarming soit la plus mortifère.**

**Dans une moindre mesure, la période de mise-bas et d'élevage des jeunes est aussi concernée et la période du transit printanier ne semble pas mortifère.**

**Ces interprétations doivent être étudiées avec prudence étant donné le faible nombre de données acquises.**

#### 4.3.8.3 Comparaison des résultats spatialisés

##### 4.3.8.3.1 Mortalité brute

Des cadavres de chiroptères ont été retrouvés sous les quatre éoliennes en 2016 et 2023 (tableau suivant). En 2016, la mortalité est assez hétérogène sur le parc avec sept cas recensés sous l'éolienne E3, cinq cas sous l'éolienne E1, deux cas sous l'éoliennes E4 et un cas sous l'éolienne E2. En 2023, la mortalité brute est relativement similaire et la répartition des cadavres reste la même sur le parc : six cas sous l'éolienne E4, quatre cas sous l'éolienne E1, deux cas sous l'éolienne E2 et un cas sous l'éolienne E4.

Année	E1	E2	E3	E4
2016	5	1	7	2
2023	4	2	6	1

Tableau 27 : Mortalité brute par éolienne en 2016 et 2023

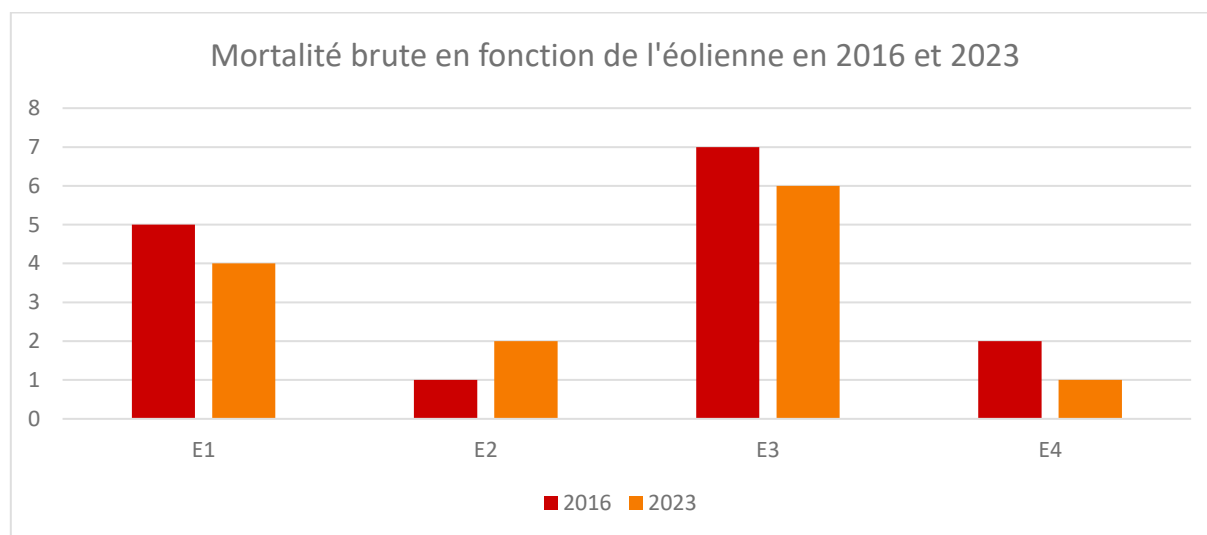


Figure 28 : Mortalité brute par éolienne en 2016 et 2023

##### 4.3.8.3.2 Mortalité estimée

En 2016, la formule de Jones n'a pas été calculée. La comparaison des estimations de mortalité pour les deux années de suivi se base donc seulement sur les estimations selon Erickson et Huso.

Année	E1	E2	E3	E4
2016	12,9 à 16,4	3,4 à 4,4	22,7 à 28,1	7,1 à 8,7
2023	24,35 à 26,93 (4 – 66,68)	15,87 à 17,61 (2 – 46,34)	39,68 à 43,82 (6 – 111,42)	9,49 à 10,51 (1 – 36,24)

Mortalité estimée : valeur minimale et maximale des estimations selon Erickson et Huso. Entre parenthèses : étendue des intervalles de confiance avec un risque d'erreur de 5 %.

Lorsque la borne inférieure de l'intervalle de confiance indique 0, cette dernière est remplacée par la valeur de mortalité brute.

Tableau 28 : Mortalité estimée par éolienne en 2016 et 2023

Les différences de protocoles entre les deux années et l'absence d'intervalle de confiance associé aux estimations de 2016 ne permettent pas réaliser de comparaison de mortalité par éolienne.

**Les résultats obtenus sur les deux années suivies suggèrent une certaine homogénéité spatiale de la mortalité au sein de parc. Bien que les éoliennes E1 et E3 semblent plus mortifères, les données ne permettent pas de conclure sur ce point.**

### 4.3.9 Synthèse

- **La mortalité brute relevée sur l'ensemble du suivi (de mi-mai à fin octobre 2023) est de 13 individus (12 Pipistrelles communes, dont une vivante, et 1 Pipistrelle de Nathusius).**
  - **Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 93 à 129 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 13 et 342, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).**
  - **La mortalité des chiroptères semble concentrée en fin d'été et à l'automne, soit notamment, durant les phases de transit automnal et de swarming, une période de forte activité des chiroptères. Plusieurs hypothèses peuvent être émises concernant les causes de cette mortalité :**
    - l'occurrence ponctuelle de facteurs à risques (phénologie, comportement, conditions météorologiques) ;
    - l'éolienne E1, située dans une prairie à proximité d'un boisement et de haies de bonne qualité (milieux de fortes activités), pourrait favoriser la mortalité ;
    - l'emplacement de l'éolienne E3 au sein de grandes parcelles agricoles, a priori défavorables aux chiroptères, mais non négligeables pour l'activité de chasse, pourrait causer de fortes mortalités ;
    - l'habituelle forte activité des chiroptères durant la fin d'été et l'automne (émancipation des jeunes, rassemblement automnal, accouplements, etc.), recoupant la fin de la période de mise-bas et d'élevage des jeunes, ainsi que la phase de swarming et de transit automnal ;
    - la localisation du parc à proximité d'un gîte de swarming régulier (un site identifié à Quintin à moins de 10 km de Saint-Gildas).
  - **Parmi les espèces à enjeu et/ou sensibilité élevées, ciblées lors de l'étude d'impact, la Pipistrelle commune a été recensée durant de ce suivi. Un individu de Pipistrelle de Nathusius a aussi été découvert.**
  - **Compte tenu de la mortalité observée et des effectifs concernés, le parc de Kerdrouallan présente, en 2023, un impact considéré comme fort sur la Pipistrelle commune, ainsi qu'un impact modéré sur la Pipistrelle de Nathusius.**
  - **Il sera ainsi nécessaire de surveiller avec attention l'évolution des cas de mortalité durant les prochaines années de suivi, notamment sur la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius.**
  - **Une mesure d'entretien des plateformes et une programmation préventive des éoliennes sont aussi recommandées afin de limiter l'impact du parc sur les chiroptères, et notamment, sur les espèces à enjeux précédemment citées.**
  - **Le nombre de cas de mortalité observé (mortalité brute) est élevé. Ainsi, de nouveaux suivis seront nécessaires afin de surveiller l'évolution de la mortalité et d'améliorer la précision des estimations. Au regard des intervalles de confiance, la mortalité réelle pourrait en effet être très élevée.**
- Par ailleurs, démarrer les suivis en avril permettrait de couvrir l'intégralité de la période d'activité des chiroptères, en intégrant le transit printanier, et de pouvoir comparer ces données avec celles des suivis précédents afin de conclure sur l'évolution de la mortalité.**



## 5 Mesures correctrices

## 5.1 Mesures correctrices proposées pour réduire l'incidence sur les chiroptères

### 5.1.1 Programmation préventive

Le bilan des suivis des populations de chauves-souris menés par la SEPNB (2007) n'avaient pas mis en avant d'impact significatif sur les populations chiroptérologiques. Aucune mesure spécifique n'avait été prise pour la première année de fonctionnement.

Le suivi d'année 3 (AEPE-Gingko, 2016) n'avait pas conclu à un impact significatif sur les populations chiroptérologiques. Aucune mesure spécifique n'avait été prise.

Les résultats du suivi d'année 10 (2023) montrent une mortalité chiroptérologique relativement importante (**13 chiroptères**) et induisent la mise en place de mesure de réduction de cette dernière.

#### 5.1.1.1 Historique des programmations préventives

Afin de limiter les impacts actuels du parc sur les chiroptères, une programmation préventive du fonctionnement des éoliennes en phase estivale et automnale est préconisée. La phase printanière sera analysée lors des inventaires du suivi de 2024.

Ainsi, les seuils de déclenchements seront choisis en fonction de l'activité par nuit mesurée sur le site. Les périodes qui comprennent le plus de contacts et une activité chiroptérologique répartie sur l'ensemble de la nuit seront privilégiées pour la mesure d'arrêt machine la plus longue, à savoir septembre et octobre.

**À noter, à la suite des épisodes de mortalité massive détectés en septembre, une mesure d'arrêt programmé a été mise en place à partir du 29 septembre 2023 jusqu'à la fin du mois d'octobre. Les paramètres ont pu être adoptés à la suite d'une analyse anticipée de l'activité (corrélée aux données météorologiques). Aucune mortalité n'ayant été constatée après la mise en place de la mesure, les paramètres sont donc jugés fiables et seront utilisés pour l'année 2024.**

#### 5.1.1.2 Proposition de mise en place de la programmation préventive des éoliennes en fonction de l'activité chiroptérologique

Cette partie détaille les paramètres de la proposition de mise en place de la mesure de programmation préventive, en relation avec les résultats du suivi de l'année 10 d'exploitation (2023).

### Programmation préventive du fonctionnement de toutes les éoliennes en phase estivale et automnale

**Type de mesure :** Mesure de réduction.

**Impact brut :** Risque de collision par les chiroptères.

**Objectif :** Diminuer la mortalité directe sur les chiroptères.

**Description de la mesure :** Un protocole d'arrêt de toutes les éoliennes du parc sous certaines conditions (humidité, température, vitesse du vent, et saison), sera mis en place lors des phases estivale et automnale de la onzième année d'exploitation. Cet arrêt des pales, lorsque les conditions sont les plus favorables à l'activité des chiroptères, peut permettre de diminuer très fortement la probabilité de collision avec un impact minimal sur le rendement (Arnett *et al.*, 2009).

### 5.1.1.2.1 Paramètres utilisés pour la mise en place de la mesure correctrice

#### Période de l'année

Le premier critère d'arrêt est lié au cycle biologique des chiroptères. Ces derniers étant en phase d'hibernation entre la fin-novembre et la mi-mars (en fonction des conditions climatiques), un arrêt des éoliennes n'est pas jugé nécessaire durant cette période. Sur le parc de Kerdrouallan, les inventaires montrent une activité plus importante en automne (mois de septembre et d'octobre particulièrement), celle-ci n'est cependant pas négligeable sur le reste de la période d'étude.

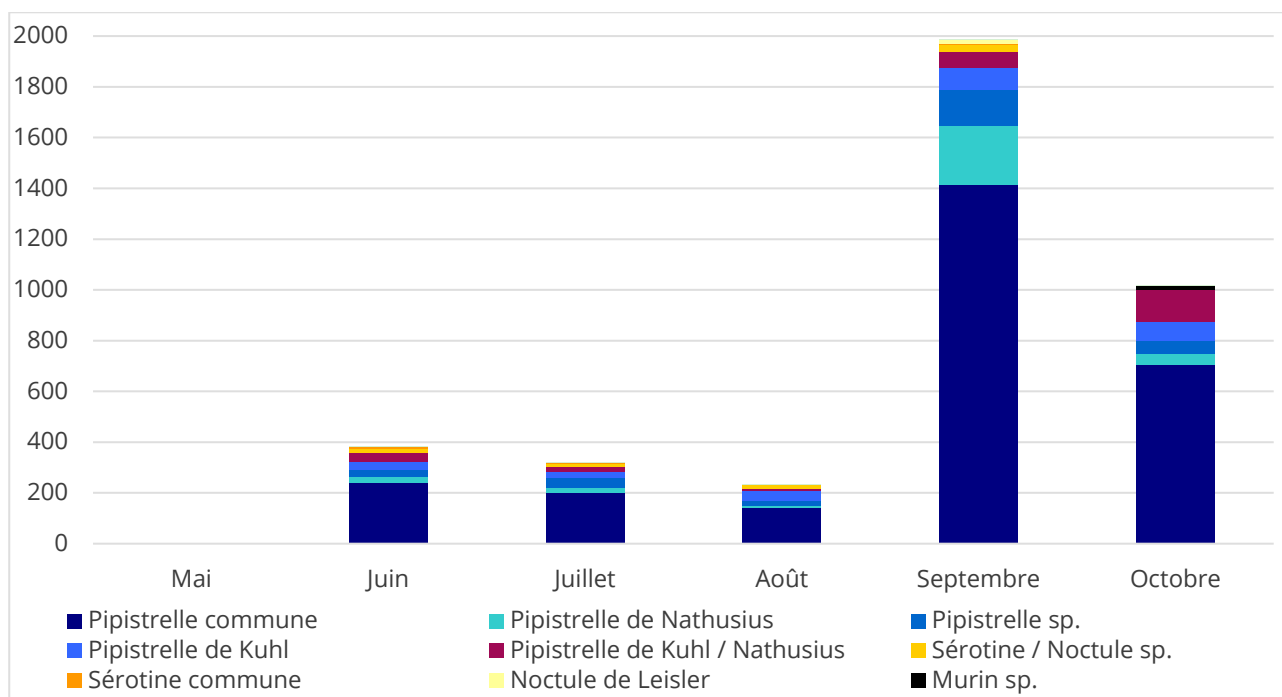


Figure 29 : Répartition du nombre de contacts mensuel

**Ainsi les seuils de déclenchement seront choisis en corrélation avec l'activité et seront plus forts sur les saisons où se concentre la majorité de l'activité.**

#### Horaires

Pour la phase d'activité, le premier critère utilisé correspond à la tranche horaire journalière. L'activité des chiroptères étant nocturne, les arrêts se feront seulement à l'intérieur de la phase comprise entre le coucher et le lever du soleil. À l'intérieur de cette phase, les études et connaissances bibliographiques montrent que l'activité se concentre durant les premières heures de la nuit, mais peut persister également durant la nuit à certaines périodes. Sur le site une large partie des contacts de chiroptères ont été enregistrés sur l'ensemble de la nuit, l'activité perdure jusqu'à plus de 6 h 30 après le coucher du soleil, voir s'intensifie en milieu de nuit (pic d'activité de mi-septembre).

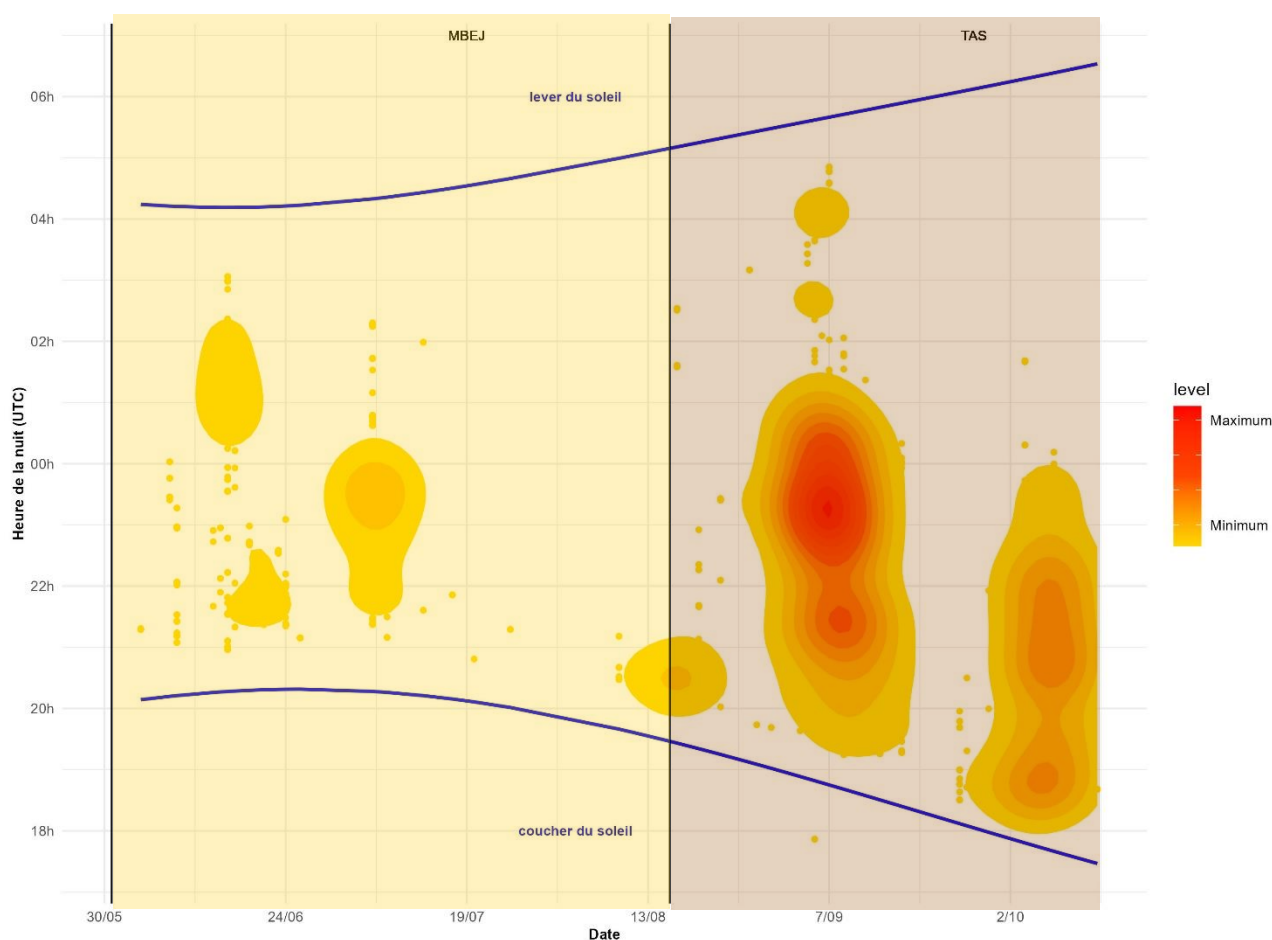


Figure 44 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien sur le site

Les périodes les plus sensibles sont situées durant la période automnale. Lors de cette période, les comportements lors des transits (vol d'altitude sur de longues distances) rendent les chauves-souris particulièrement vulnérables aux collisions. La forte présence de la Pipistrelle de Nathusius lors de ces périodes souligne ce point. On note également qu'à ces périodes, l'activité se prolonge jusqu'à plus de 6 h 30 après le coucher du soleil. On notera même un regain d'activité deux heures avant le lever du soleil.

**Ainsi, les seuils de déclenchements seront choisis en fonction de l'activité par nuit mesurée sur le site. Les périodes qui comprennent le plus de contacts et une activité chiroptérologique répartie sur l'ensemble de la nuit seront privilégiées pour la mesure d'arrêt machine la plus longue, à savoir septembre et octobre.**

## Vitesses de vent

Les connaissances bibliographiques et les retours d'études montrent une corrélation entre l'activité chiroptérologique et la vitesse du vent. Plus le vent est fort, plus l'activité chiroptérologique est faible.

Les inventaires sur site ont montré que 95 % de l'activité des chiroptères est enregistrée sous le seuil de 5,5 m/s. Pour autant, un nombre non négligeable de contact est enregistré entre 6 et 9 m/s.

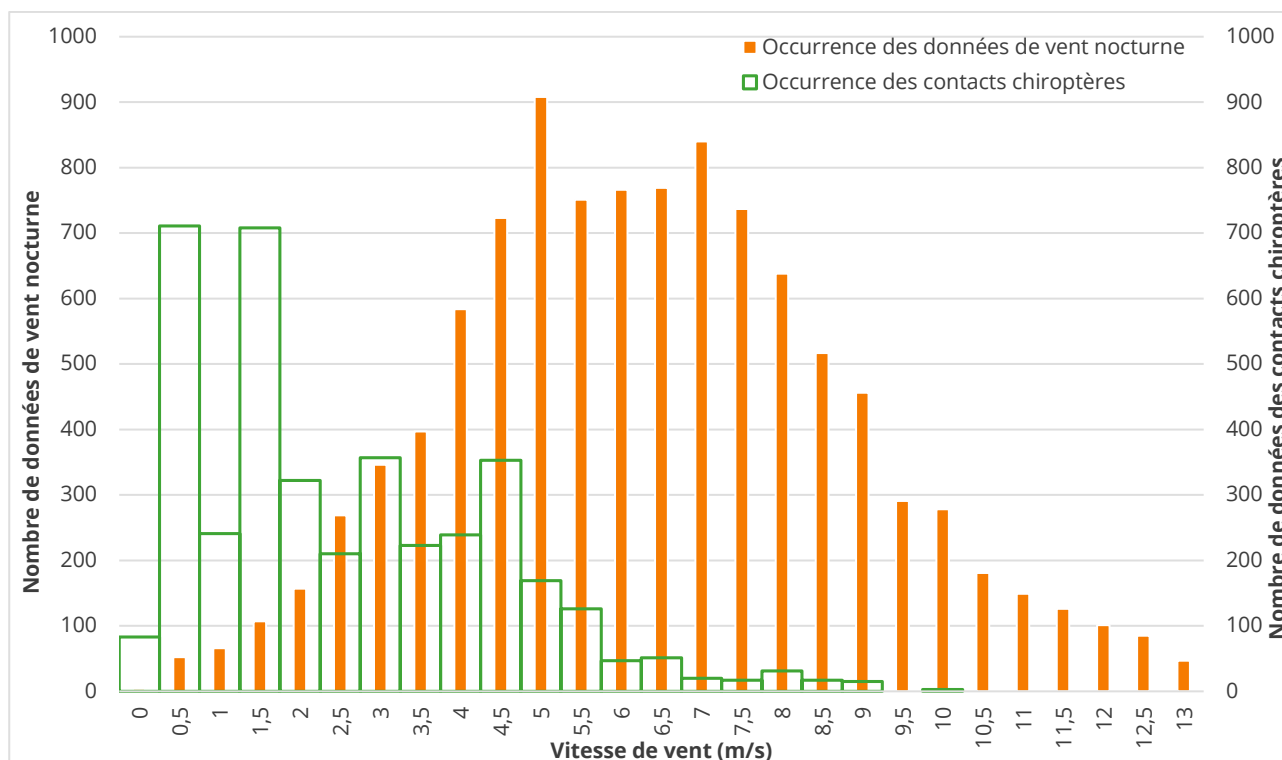


Figure 47 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent

**Les seuils de déclenchements tiendront compte des capacités des chiroptères sur le site à évoluer sous des valeurs de vents allant jusqu'à 9 m/s. Le seuil des 95 % est atteint à 5,5 m/s mais les chiroptères peuvent voler sous de plus fortes valeurs.**

## Température

En ce qui concerne la température, son effet sur l'activité chiroptérologique est moins évident. Nos retours d'expériences montrent en effet que la corrélation entre activité chiroptérologique et température peut varier grandement en fonction des conditions locales et des années, les animaux pouvant être actifs par temps frais si la nourriture vient à manquer par exemple.

Le paramètre température est important pour l'activité des chiroptères selon MARTIN & al. (2017). Les seuils définis dans le plan de programmation sont relativement conservateurs. MARTIN & al. (2017) préconisent notamment un seuil de 9,5 °C pour les saisons fraîches (début du printemps et automne).

Sur le site, l'ensemble des contacts sont enregistrés à des valeurs supérieures à 12 °C. Une majorité du nombre total de cris est obtenu pour des températures entre 13 et 26 °C. Cette tendance peut s'expliquer par la rareté des proies lorsque les températures sont trop basses.

Pour autant, on notera que l'activité peut débuter dès le seuil 9,5 °C, proposé par la bibliographie, cela étant dépendant des conditions climatiques annuelles. Ainsi, une seconde année de suivi permettrait de lisser cette valeur seuil.

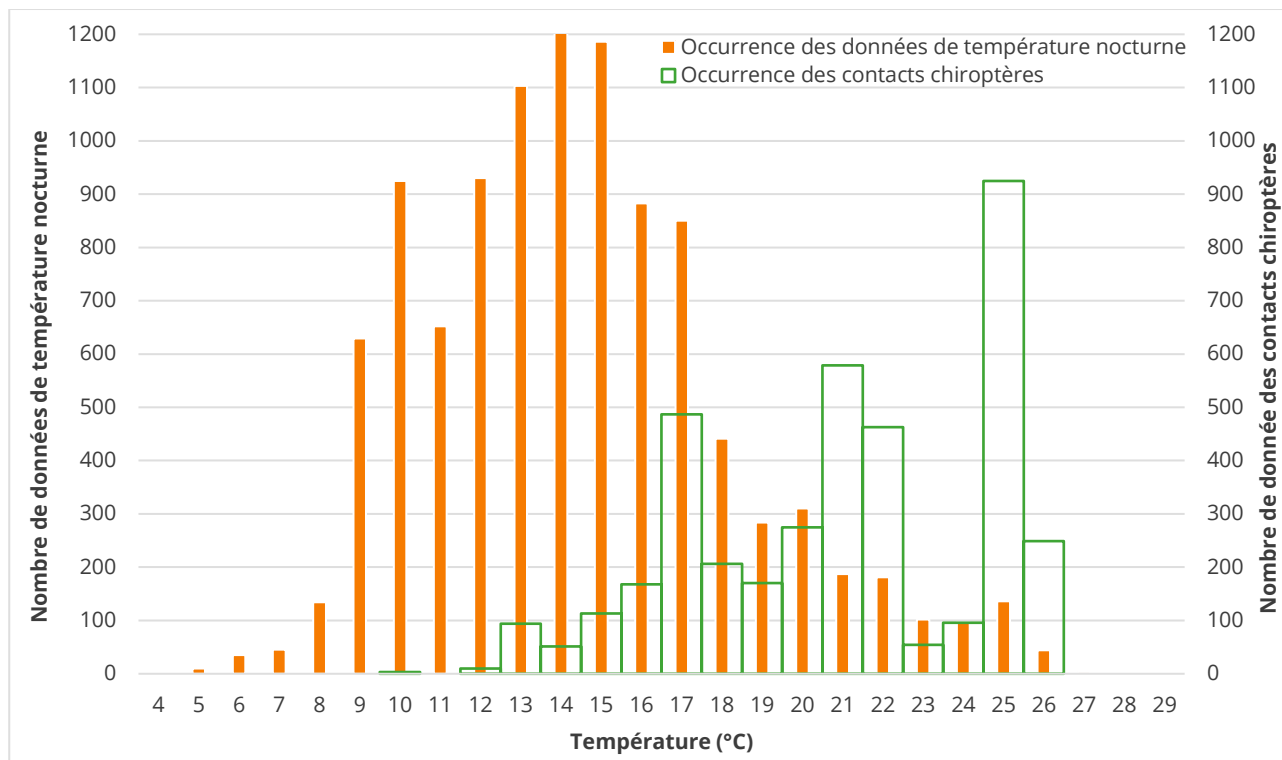


Figure 50 : Activité des chiroptères en fonction de la température

**Un seuil minimal de 10 °C est retenu pour les mois les plus froids et un seuil de 12 °C est proposé pour le reste de la période d'activité des chiroptères, conformément à la bibliographie et aux résultats sur site.**

### Précipitations

Enfin, les précipitations seront également prises en compte pour optimiser le bridage, conformément aux préconisations de MARTIN & al. (2017). En effet, il est à l'heure actuelle assez bien documenté que la pluie stoppe l'activité des chauves-souris ou au moins, la diminue fortement (BRINKMANN & al., 2011). Les précipitations sont donc incluses dans les modalités de redémarrage.

### Présentation de l'ajustement de la mesure pour toutes les éoliennes :

La définition de ces critères est fondée sur les inventaires réalisés en nacelle, qui viennent corroborer pour la plupart l'analyse bibliographique. On notera que les périodes les plus restrictives pour la rotation des pales correspondent aux transits automnaux. Les inventaires ont effectivement montré une présence plus marquée des chiroptères lors de cette phase biologique et corrobore les résultats du suivi mortalité (12 cadavres de pipistrelles retrouvés entre le 24 août et le 28 septembre 2023).

Pour autant, cet ajustement ne tiens pas compte du cycle biologique complet des chiroptères. Ainsi, de nouveaux ajustements de mesures peuvent être nécessaire à la suite des prochains inventaires.

**Les critères retenus sont présentés dans le tableau suivant. Notons que dans le tableau est affiché le pourcentage mensuel de l'activité chiroptérologique couvert par la mesure puis pour l'ensemble de la période étudiée (09 mai au 31 octobre).**

**Rappelons que l'arrêt est effectif lorsque les paramètres ci-après sont concomitants. La mesure est valable du 1er juin au 31 octobre inclus d'une année calendaire.**

Le graphique suivant illustre en cumulé les pourcentages d'activité chiroptérologique mensuelle couverts par la programmation préventive proposée. **Sur le cycle complet, cette programmation couvre 93,9 % de l'activité des chauves-souris enregistrée sur le site.**

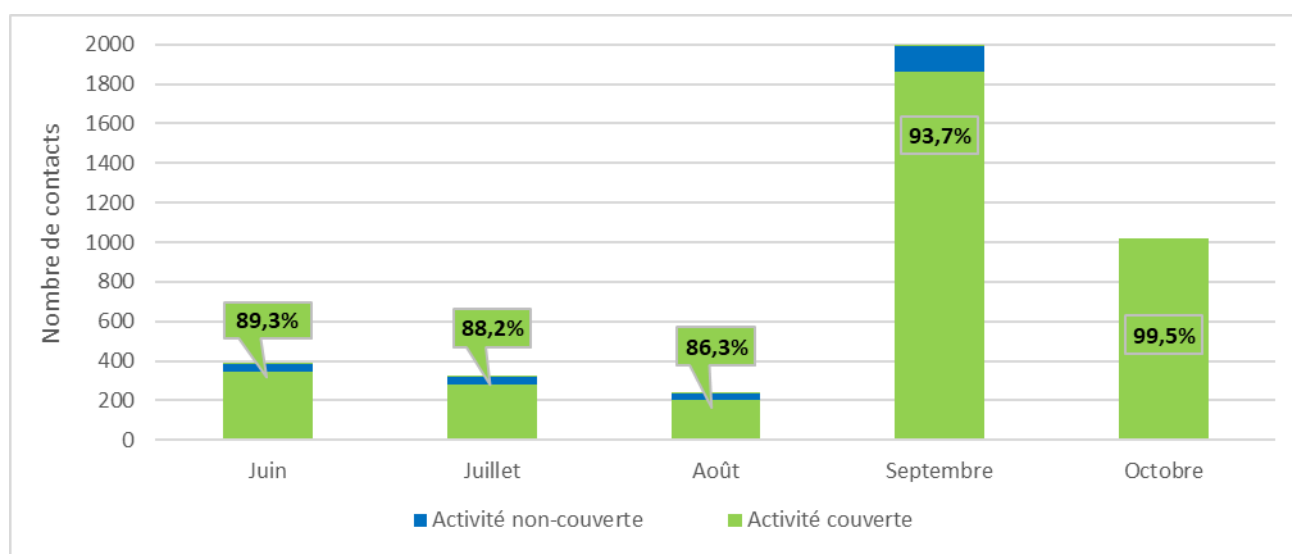


Figure 30 : Proportion d'activité chiroptérologique couverte par la programmation

Période	Dates	Modalité d'arrêt		Modalités de redémarrage
Cycle actif des chauves-souris	Du 1 <sup>er</sup> avril au 31 mai	Pas d'arrêt préventif		
	Juin	les 7h après le coucher du soleil	Vitesse de vent (à hauteur de moyeu) inférieure à 5 m/s	Température de l'air inférieure à 10 °C
	Juillet	les 7h après le coucher du soleil	Vitesse de vent (à hauteur de moyeu) inférieure à 5 m/s	Température de l'air inférieure à 12 °C
	Août	les 8h après le coucher du soleil	Vitesse de vent (à hauteur de moyeu) inférieure à 5,5 m/s	Température de l'air inférieure à 12 °C
	Septembre	Toute la nuit	Vitesse de vent (à hauteur de moyeu) inférieure à 5 m/s	Température de l'air inférieure à 12 °C
	Octobre	Toute la nuit	Vitesse de vent (à hauteur de moyeu) inférieure à 5 m/s	Température de l'air inférieure à 10 °C
Phase hivernale de léthargie	Du 1 novembre au 31 mars	Pas d'arrêt préventif		

Tableau 29 : Modalités de la programmation préventive du fonctionnement des quatre éoliennes en fonction de l'activité chiroptérologique

**Modalités de suivi de la mesure :** Suivi de mortalité et de comportement acoustique en nacelle.

**Responsable :** Maître d'ouvrage / Écologue.

## 5.2 Mesures correctrices proposées pour réduire l'incidence sur l'avifaune

Parmi les espèces d'oiseaux concernées par des cas de mortalité sur les deux années de suivi, trois espèces sont considérées comme patrimoniales :

- le Martinet noir : un cas de mortalité lors du suivi d'année 3 (2016) ;
- le Faucon crécerelle : un cas de mortalité lors du suivi d'année 3 (2016) ;
- l'Alouette des champs : un cas de mortalité lors du suivi d'année 10 (2023).

Le parc ayant eu une incidence sur ces espèces patrimoniales aux vues des résultats 2016 et 2023, une mesure spécifique est proposée et décrite ci-après.

### 5.2.1 Réduire l'attractivité des plateformes des éoliennes pour les oiseaux

#### Réduire l'attractivité des plateformes des éoliennes pour les oiseaux

**Type de mesure :** Mesure de réduction

**Nomenclature :** R2.1i - Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation

**Impact potentiel identifié :** Risque de collision des oiseaux

**Objectif de la mesure :** Diminuer la mortalité directe des individus nicheurs, hivernants et migrateurs pendant leur période de présence en évitant de les attirer sous les éoliennes.

**Description de la mesure :** Certains oiseaux s'accoutument facilement à la présence d'éoliennes. Cette absence de comportements d'évitement les conduit à s'exposer régulièrement aux risques de collision avec les pales. Dans le but d'éviter d'attirer ces oiseaux à portée des pales des éoliennes, il est proposé de réduire l'attractivité des plateformes en éliminant régulièrement par gyrobroyage toute plante adventice qui pourrait pousser. Ainsi, le risque d'installation d'une friche qui pourrait être favorable aux micromammifères, espèces proies de certains oiseaux, serait réduit. Plus largement, l'évitement de l'installation et du développement d'un milieu herbacé, voire landicole sur certains talus, permettra également la limitation de l'installation de certaines espèces de passereaux, comme l'Alouette des champs. Enfin, il est important de noter que la mise en place de cette mesure augmentera la surface de prospection, facilitera la recherche des cadavres et permettra d'améliorer la précision des estimations de la mortalité réelle (réduction des intervalles de confiance).

Afin de mener un entretien respectueux des espèces potentiellement présentes, les consignes suivantes devront être respectées :

- pas d'intervention durant la période de nidification (15 mars à 31 août)
- broyage de la végétation 2 fois par an (à la fin de l'été et à la fin de l'hiver)
- exporter la végétation coupée
- pas d'utilisation de produits phytosanitaires

**Calendrier :** Pendant toute la durée de l'exploitation

**Coût prévisionnel :** Intégré aux coûts d'exploitation

**Responsable :** Maître d'ouvrage

## 5.3 Modalités de suivi

### Suivi de la mortalité

Compte tenu des cas de mortalité recensés lors du suivi environnemental de 2023, et afin de suivre l'efficacité des mesures correctrices proposées, un nouveau suivi de la mortalité est préconisé, selon le protocole publié en mars 2018 (« Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – Révision 2018 », DGPR, DGALN, MNHN, LPO, SFEPM et FEE).

Il est proposé de commencer les suivis en avril pour mieux couvrir la période de reproduction des oiseaux, ce qui permettrait également de couvrir une partie de la période des transits printaniers des chauves-souris.

En raison de la prédation très rapide des cadavres (2023), il est proposé d'augmenter le nombre de passages pour le suivi de mortalité.

La période d'août à septembre (semaines 34 à 39) a été une période particulièrement sensible pour les chiroptères (2023). Elle sera ciblée en priorité pour la mise en place du second test de persistance. Ainsi, les prospections à J+1, J+3, J+6, J+9 et J+13, ayant pour but d'évaluer la durée de persistance des cadavres, feront également l'objet d'une recherche des cadavres d'oiseaux et des chauves-souris selon les modalités du protocole de suivi de la mortalité.

Ainsi, pour le parc de Kerdrouallan, un total de **35 sorties** sera réalisé selon la périodicité présentée dans le tableau suivant.

Les enjeux identifiés étant principalement en période de nidification pour l'avifaune et en période de transits automnaux pour les chiroptères, des suivis sur les semaines 1 à 13 et 44 à 52 ne sont pas préconisés.

Semaine n°	1 à 13	14 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Fréquence des sorties	0	1 par semaine		1 par semaine (+ 5 sorties*)	0
Nombre de sorties sur la période	0	6	11	18	0

\*13 sorties seront réalisées entre les semaines 31 et 43, auxquelles s'ajouteront 5 sorties entre les semaines 34 et 39 (réalisées au cours des prospections à J+1, J+3, J+6, J+9 et J+13 du second test de persistance).

Le suivi de mortalité des oiseaux et des chiroptères est mutualisé. Ainsi, tout suivi de mortalité devra conduire à rechercher à la fois les oiseaux et les chiroptères (y compris par exemple en cas de suivi étendu motivé par des enjeux avifaunistiques ou chiroptérologiques).

### ***Suivi comportement des chiroptères***

Compte tenu des impacts identifiés sur les chiroptères lors du suivi environnemental de 2023, un nouveau suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle en continu est préconisé et paraît essentiel. L'éolienne E3 (la plus mortifère) sera de nouveau équipée pour la onzième année d'exploitation (2024).

Les suivis de mortalité et d'activité des chiroptères devront être couplés afin de pouvoir corrélérer l'activité en altitude au regard des cadavres découverts. Ainsi, le suivi d'activité à hauteur de nacelle sera réalisé **entre le 1<sup>er</sup> avril le 31 octobre (semaine 14 à 43).**

# Table des illustrations

## Figures

Figure 1 : Réactions des oiseaux en vol confrontés à un champs d'éoliennes sur leur trajectoire (d'après Albouy et al, 2001).....	14
Figure 2 : Tendances des populations pour six espèces de chauves-souris en France entre 2006 et 2018 (Bas et al., 2020) .....	18
Figure 3 : Diminution de l'activité de la Sérotine commune sur le parc éolien de Midlum (Bach & Rahmel 2004) .....	20
Figure 4 : Ration du temps passé en hauteur pour chaque espèce de chiroptères (Adapté de Roemer et al., 2017) .....	22
Figure 5 : Représentation schématique des comportements de vols de chauves-souris à proximité d'une éolienne .....	23
Figure 6 : Effet de différents paramètres sur l'activité des chiroptères mesurée en nacelle d'éolienne (sur 69 éoliennes dans 35 sites dans 5 différentes régions naturelles en Allemagne en 2008) (Behr et al., 2017) .....	26
Figure 7 : Modèles d'activité nocturne de plusieurs espèces de chiroptères tout au long de la saison par rapport au coucher du soleil (Newson et al., 2015).....	27
Figure 8 : Nombre de mortalités de chauves-souris par éolienne et par an en fonction de la garde au sol et du diamètre de rotor (Traduit de Dürr 2019, SFEPM 2020) .....	29
Figure 9 : Contours isolignes des déclins de population projetés après 50 ans de croissance simulée avec une mortalité proportionnelle des chauves-souris cendrées causées par les éoliennes selon des combinaisons de tailles de population initiales possibles ( $N_i$ ) et de taux de croissance de population ( $\lambda$ ) (Frick et al., 2017) .....	31
Figure 10 : Dispositif installé dans la nacelle d'éolienne (copyright : B.A.T.).....	37
Figure 11 : Indices de confiance établis par SonoChiro® et risques d'erreurs associés.....	38
Figure 12 : Schéma du parcours théorique au pied d'une éolienne.....	44
Figure 13 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur l'ensemble de la période d'étude.....	58
Figure 14 : Répartition du nombre de contacts par jours durant l'ensemble de la période d'inventaire .....	61
Figure 15 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien .....	62
Figure 16 : Activité des chiroptères en fonction de la température.....	64
Figure 17 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent.....	65
Figure 18 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction du vent.....	66
Figure 19 : Proportions (%) des cas de collision avec les éoliennes en fonction des ordres, en France et en Europe (d'après Dürr, 2023).....	76
Figure 20 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi .....	80
Figure 21 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi .....	82

Figure 22 : Mortalité brute sur l'ensemble du parc en fonction de la période biologique en 2016 et 2023 .....	88
Figure 23 : Figure 59 : Mortalité brute par éolienne en 2016 et 2023 .....	89
Figure 24 : Proportions des cas de collision avec les éoliennes en fonction des espèces, en France et en Europe (espèces représentant plus de 1% des cas de mortalité en Europe, d'après Dürr, 2023) .....	97
Figure 25 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi .....	100
Figure 26 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi .....	103
Figure 27 : Mortalité brute sur l'ensemble du parc en fonction de la période biologique en 2016 et 2023 .....	109
Figure 28 : Mortalité brute par éolienne en 2016 et 2023 .....	110
Figure 29 : Répartition du nombre de contacts mensuel .....	115
Figure 30 : Proportion d'activité chiroptérologique couverte par la programmation .....	119

### Tableaux

Tableau 1 : Habitat et type de milieu inventorié .....	40
Tableau 4 : Dates et conditions météorologiques des inventaires du milieu naturel .....	41
Tableau 2 : Paramètres des tests de d'efficacité effectués sur l'année de suivi .....	47
Tableau 3 : Postulats de chaque méthode d'estimation .....	51
Tableau 5 : Répartition du nombre de contacts par espèce et par éolienne .....	57
Tableau 6 : Répartition du nombre de contacts en fonction des mois d'inventaires .....	59
Tableau 7 : Résultats des tests d'efficacité .....	72
Tableau 8 : Résultats des tests de persistance .....	72
Tableau 9 : Synthèse des surfaces prospectées .....	73
Tableau 10 : Cause de mortalité des oiseaux (Guide de l'étude d'impact des parcs éoliens 2010, d'après les données issues de la LPO, AMBE) .....	74
Tableau 11 : Oiseaux découverts lors du suivi mortalité .....	78
Tableau 12 : Estimations de la mortalité de l'avifaune pour l'ensemble du parc sur la période de suivi selon les méthodes utilisées .....	78
Tableau 13 : Mortalité estimée par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi .....	82
Tableau 14 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées .....	84
Tableau 15 : Mortalité brute observée par espèce sur le parc en 2016 et 2023 .....	87
Tableau 16 : Mortalité brute sur l'ensemble du parc en fonction de la phase biologique en 2016 et 2023 .....	88
Tableau 17 : Mortalité brute par éolienne en 2016 et 2023 .....	89
Tableau 18 : Mortalité estimée par éolienne en 2016 et 2023 .....	90
Tableau 19 : Sensibilité et note de risque des chiroptères vis-à-vis des éoliennes .....	96
Tableau 20 : Chiroptères découverts lors du suivi mortalité .....	98
Tableau 21 : Estimations de la mortalité des chiroptères pour l'ensemble du parc sur la période de suivi selon les méthodes utilisées .....	99
Tableau 22 : Mortalité estimée par période sur l'ensemble du parc .....	101

Tableau 23 : Mortalité estimée par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi .....	103
Tableau 24 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées .....	106
Tableau 25 : Mortalité brute observée par espèce sur le parc en 2016 et 2023 .....	108
Tableau 26 : Mortalité brute sur l'ensemble du parc en fonction de la période biologique en 2016 et 2023 .....	109
Tableau 27 : Mortalité brute par éolienne en 2016 et 2023 .....	110
Tableau 28 : Mortalité estimée par éolienne en 2016 et 2023 .....	111
Tableau 29 : Modalités de la programmation préventive du fonctionnement des quatre éoliennes en fonction de l'activité chiroptérologique .....	120

### Cartes

Carte 1 : Localisation du parc éolien de Kerdrouallan .....	7
Carte 2 : Localisation du parc éolien de Kerdrouallan sur photographie aérienne .....	8
Carte 3 : Localisation et dénomination des dispositifs BATmode S2+ .....	40
Carte 4 : Répartition des cadavres d'oiseaux trouvés par éolienne .....	81
Carte 5 : Répartition des cadavres de chiroptères trouvés par éolienne .....	102

### Photographie

Photo 1 : Éoliennes E1 (en haut à gauche), E2 (en haut à droite), E3 (en bas à gauche) et E4 (en bas à droite) .....	9
Photo 2 : Exemple de situation à risque : brouillard en hauteur masquant tout ou partie des pales. ....	17
Photo 3 : Vue d'ensemble du parc éolien en condition ensoleillée, de brumes et de brouillard .....	54
Photo 4 : Nid d'Alouette des champs installé à proximité immédiate de l'éolienne E3 et repéré le 29/06/2023 .....	85
Photo 5 : L'Alouette des champs a souvent été observé au sein du parc éolien, comme ici le 20/07/2023 à proximité de E2 .....	86

# Bibliographie

- Actes du séminaire citoyen Lucéole (2012). Coexistence Milan royal et parc éolien – pour une compréhension ouverte d'un problème complexe.
- Albouy, S., Dubois, Y. & Picq, H. 2001. Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue-Haute (Aude). Rapport final, octobre 2001. ABIES/LPO Aude/ADEME, Gardouch – Gruissan. 56 p + annexes.
- Alcalde, J.T. (2003): Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. *Barbastella* 2: 3-6.
- Ahlén, I. (1997): Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 62: 375-380.
- Ahlén, I. (2002): Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. *Fauna och Flora* 97 (3): 14-22.
- Alhen I Bach L. Baagoe H.J. & Pettersson J. 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. The Swedish Environmental Protection Agency, Report 5571.
- Amorim F. Rebelo H. Rodrigues L. 2012. Factors influencing bat activity and mortality at a wind farm in the Mediterranean region. *Acta Chiropterologica* 14(2): 439-457.
- André, Y. (2005): Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort, 21 pages.
- Arnett, E.B., technical editor (2005): Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia: an Assessment of Fatality Search Protocols, Pattern of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. 187 pp.
- Arnett E.B. Barclay R.M.R & Hein C.D. 2013a. Thresholds for bats killed by wind turbines. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11: 171–171. doi:10.1890/15409295-11.4.171 & 2013a.
- Arnett E.B. Huso M.M.P. Reynolds D.S. & Schirmacher M. 2007. Patterns of preconstruction bat activity at a proposed wind facility in northwest Massachusetts. An annual report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. 35 p.
- Arnett, E.B., M.M.P. Huso, J.P. Hayes & M. Schirmacher (2010): Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas, USA.
- Arnett E.B. Huso M.M.P. Schirmacher M. & Hayes J.P. 2011. Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Front Ecol. Environ.* 2011, 9(4): 209– 214.
- Arnett, E.B., G.D. Johnson, W.P. Erickson & C.D. Hein (2013c): A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- Arnett, E.B., C.D. Hein, M.R. Schirmacher, M.M.P. Huso & J.M. Szewczak (2013b): Evaluating the Effectiveness of an Ultrasonic Acoustic Deterrent for Reducing Bat Fatalities at Wind Turbines. *PLoS ONE* 8(6): e65794.

- Arnett E.B. Brown W.K. Erickson W.P. Fiedler J. Hamilton B.L. Henry T.H. Jain A. Johnson G.D. Kerns J. Koford R.R. Nicholson C.P. O'Connell T. Piorkowski M. & Takersley R. 2008. Patterns of fatality of bats at wind energy facilities in North America. *Journal of Wildlife Management* 72: in press.
- Arnett, E.B., Baerwald, E.F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodriguez-Durán, A., Rydell, J., Villegas-Patraca, R. & Voigt, C. (2016) Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world* (C. Voigt and T. Kingston, eds.) pp. 295–323. Springer International Publishing AG, Cham, Switzerland.
- Arthur L. & Lemaire M. 2015. *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Deuxième édition. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; Biotope, Mèze, 544 p. (Hors collection ; 38).
- Aulagnier S. 2005. France. in : R. Hutterer, T. Ivanova, C. Meyer-Cords & L. Rodrigues : *Bat migrations in Europe. A review of banding data and literature*. *Natursch. Biol. Vielf.*, 28 : 41-43.
- AVES environnement & GCP. 2010. Etude de la mortalité des Chiroptères. Parc éolien du Mas de Leuze, commune de Saint-Martin-de-Crau (13), 17/03-27/11 2009. 38 p.
- Bach, L. (2002): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf das Verhalten und die Raumnutzungen von Fledermäusen am Beispiel des Windparks „Hohe Geest“, Midlum - Endbericht. – unpubl. report for Instituts für angewandte Biologie, Freiburg/Niederelbe: 46 pp.
- Bach L. & Niermann I. 2011 & 2013. Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel – Bericht 2012 – Überprüfung des Abschalt algorithmus. Unpubl. report to PNE Wind AG, 28 pages.
- Bach, P., L. Bach, K. Eckschmitt, K. Frey & U. Gerhardt (2013b): Bat fatalities at different wind facilities in northwest Germany. Poster at CWE2013, Stockholm, 5-7 February 2013 (Naturvardsverket rapport 6546:117) and 3rd International Bat Meeting, Berlin, 1-3 March 2013.
- Baerwald E.F. Barclay R.M.R. 2011. Patterns of activity and fatality of migratory bats at a wind energy facility in Alberta, Canada. *The Journal of Wildlife Management* 75: 1103-1114.
- Baerwald, E.F., G.H. D'Amours, B.J. Klug & R.M.R. Barclay (2008): Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18 (16): pR 695696.
- Barataud M. & Giosa S. 2012. Biodiversité des chiroptères et gestions forestières en Limousin : rapport. Groupe Mamm. Herpéto. Limousin, Limoges, 32 p.
- Barclay R.M.R. 1991. Population Structure of Temperate Zone Insectivorous Bats in Relation to Foraging Behaviour and Energy Demand. *Journal of Animal Ecology* 60 (1): 165-178.
- Barclay RMR, Baerwald EF, Gruver JC (2007). Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities : assessing the effects of rotor size and tower height.
- Barre, K., L., Le Viol, I., Bas, Y., Julliard, R. & Kerbiriou, C. (2018) Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: implications for European siting guidance. *Biological Conservation*, 226, 205–214.
- Barrios L *et al.*, (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines.
- Bas, Y., A. Haquart, J. Tranchard & H. Lagrange (2014) : Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mâts de mesure: évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. *Symbioses, Actes des 14èmes Rencontres Nationales Chauves-souris de la SFEPM*, Bourges mars 2012, 32: 83-87.
- Bas Y, Kerbiriou C, Roemer C & Julien JF (2020, June). Bat population trends. Muséum national d'Histoire naturelle. Retrieved from <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/population-trends>.

- Bastos, R., M. Santos & J.A. Cabral (2013): A new stochastic dynamic tool to improve the accuracy of mortality estimates for bats killed at wind farms. *Ecological Indicators*, 34: 428–440.
- Bauer K. 1960. Die Säugetiere des Neusiedlersee-Gebietes (Österreich), Bonn. Zool. Beitr. 11(2-4): 141-344.
- Behr, O. & O. von Helversen (2005): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark "Roßkopf" (Freiburg i. Br.). - Unpubl. report: 37 pp + maps.
- Behr, O. & O. von Helversen (2006): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen – Wirkungskontrolle zum Windpark „Roßkopf“ (Freiburg i. Br.) im Jahre 2005. Unpubl. report for 2005 on behalf of Regiowind GmbH & Co. KG Freiburg, 32 pages + maps.
- Behr O., Brinkmann R., Niermann I. & Korner-Nievergelt F. 2011. Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & M. Reich, (Hrsg.): Entwicklung
- Bernardino J., R. Bispo, H. Costa & M. Mascarenhas (2013): Estimating bird and bat fatalities at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. *New Zealand Journal of Zoology* 40 (1): 63-74.
- Bernardino, J., R. Bispo, R. Rebelo, M. Mascarenhas & H. Costa (2011): Enhancing carcass removal trials at three wind energy facilities in Portugal. *Wildl. Biol. Pract.* 7(2): 1-14.
- Beucher, Y., V. Kelm, F. Albespy, M. Geyelin, L. Nazon & D. Pick (2013): Parc éolien de Castelnaud-Pegayrols (12): Suivi pluriannuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2ème, 3ème et 4ème années d'exploitation (2009-2001), 111 pages
- Bispo, R., G. Palminha, J. Bernardino, T. Marques, & D. Pestana (2010): A new statistical method and a web-based application for the evaluation of the scavenging removal correction factor. *Proceedings of the VIII Wind Wildlife Research Meeting*, Denver, USA.
- Brinkmann, R., H. Schauer-Weisshahn & F. Bontadina (2006): Survey of possible operational impacts on bats by wind facilities in Southern Germany. Final report submitted by the Administrative District of Freiburg, Department of Conservation and Landscape management and supported by the foundation Naturschutzfonds
- Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich (ed.) (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. *Umwelt und Raum* 4, 457 pages
- Camina, A. (2012): Bat fatalities at wind farms in northern Spain – lessons to be learned. *Acta Chiropterologica* 14(1): 205-212
- Collins J. & Jones G. 2009. Differences in bat activity in relation to bat detector height: implications for bat surveys at proposed windfarm sites. *Acta Chiropterol.*, 11(2): 343-350.
- Cornelis N, Strehler-Perrin C, Balsiger L *et al.*, (2016). Évaluation des impacts résiduels cumulés des éoliennes du Jura vaudois et des régions limitrophes sur la faune ailée.
- Cornut, J. & S. Vincent (2010a): Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. GCRA & LPO Drôme, 42 pages

- Cornut, J. & S. Vincent (2010b): Suivi de la mortalité de chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. Le Bièvre 24: 51-57. Disponible sur : <http://coraregion.free.fr/images/bievre/bievre24.pdf>
- Cryan P.M. Gorrens P.M. Hein C.D. Schirmacher M.R. Diehl R.H. Huso M.M. Hayman D.T.S. Fricker P.D. Bonaccorso F.J. Johnson D.H. Hesit. H. & Dalton D.C. 2014. Behavior of bats at wind turbines. PNAS. doi: 10.1073/pnas.1406672111
- De Lucas M *et al.*, (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance.
- Dechmann, D.K.N., Wikelski, M., Ellis-Soto, D., Safi, K. & O'Mara, M.T. (2017) Determinants of spring migration departure decision in a bat. *Biology letters*, 13, 20170395.
- DGPR, DGALN, MTES, MNHN, LPO, SFEPM, SER, FEE. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, révision 2018.
- Dietz C. Von Helversen O. & Nill D. 2009. L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord : Biologie, caractéristiques, protection. Delachaux et Niestlé, Paris, France. 400 p.
- Drewitt AL *et al.*, (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. (p14).
- Dubourg-Savage M.-J., Bach L. & Rodrigues L., 2009, Bat mortality in wind farms in Europe. 1st International Symposium on Bat Migration, Berlin, pp.16-18
- Dubourg-Savage, M.J., L. Rodrigues, H. Santos, P. Georgiakakis, E. Papadatou, L. Bach & J. Rydell (2011): Pattern of bat fatalities at wind turbines in Europe: comparing north and south. Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, NINA Report 693. Proceedings, poster abstract: 124
- 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. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée/ADEME Pays de la Loire/Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon, Nantes, 106 pages
- Dürr, T. (2001): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 10: 182.
- Dürr, T. 2007. Möglichkeiten zur Reduzierung von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen in Brandenburg. *Nyctalus* (N.F.) 12 (2-3): 238-252
- Dürr, T. & L. Bach (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen - Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7*: 253-264
- Écosphère, (2016). Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions » (Écosphère, 2016, complété en 2017).
- Écosphère, Roue S, Thauront M, Jung, 2013. Suivis de mortalité : Protocoles, abaques, optimisation des fréquences de passage et collecte nationale de données.
- Endl, P., U. Engelhart, K. Seiche, S. Teufert & H. Trapp (2005): Untersuchungen zum Verhalten von Fledermäusen und Vögeln an ausgewählten Windkraftanlagen im Landkreis Bautzen, Kamenz, Löbau-Zittau, Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Stadt Görlitz Freistaat Sachsen. Unpubl. report for Staatliches Umweltfachamt Bautzen: 135 pp.
- Erickson, W. P. *et al.*, 2004. Stateline wind project wildlife monitoring final report, July 2001 — December 2003. — Tech. Rep. peer-reviewed by and submitted to FPL Energy, the Oregon Energy Facility Siting Council, and the Stateline Technical Advisory Committee.

- Erickson *et al.*, 2011. Avian and bat mortality associated with the Vansycle Wind Project, Umatilla County, Oregon: 1999 study year. WEST, Inc. for Umatilla County Department of Resource Services and Development, Pendleton, Oregon. 21 p.
- Erickson WP, Johnson GD, Strickland DM, Young DP Jr., Sernka KJ, Good RE (2001). Avian Collisions with Wind Turbines: A Summary of Existing Studies and Comparisons to Other Sources of Avian Collision Mortality in the United States.
- Erickson WP, Johnson GD, Young DP Jr. (2005). A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions.
- Erkert H.G. 1982. Ecological aspects of bat activity rhythms, p. 201-242. In: T.H. Kunz (Ed.). Ecology of bats. New York, Plenum Press, XVIII+425p.
- Fielding AH *et al.*, (2006). Spatial association as an indicator of the potential for future interactions between wind energy developments and golden eagles *Aquila chrysaetos* in Scotland.
- Frick, W.F., Baerwald, E.F., Pollock, J.F., Barclay, R.M.R., Szymanski, J.A., Weller, T.J., Russell, A.L., Loeb, S.C., Medellin, R.A. & McGuire, L.P. (2017) Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. *Biological Conservation*, 209, 172–177.
- Fure, A. (2006): Bats and lighting. *The London Naturalist* 85: 1-20.
- Garcia DA, Canavero G, Ardenghi F, Zambon M (2015). Analysis of wind farm effects on the surrounding environment : Assessing population trends of breeding passerines.
- Gaultier, S.P., Marx, G., Roux, D., 2019. Éoliennes et biodiversité : Synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15363.73765>
- Gelman, A., Pardoe, I., 2006. Bayesian measures of explained variance and pooling in multilevel (hierarchical) models. — *Technometrics* 48: 241–251.
- Georgiakakis, P. Kret E. Cárcamo B. Doutau B. Kafkaletou-Diez A. Vasilakis D. & Papadatou E. 2012. Bat fatalities at wind farms in north-eastern Greece. *Acta Chiropterologica* 14 (2): 459-468.
- Gerell-Lundberg K. & Gerell R. 1994. The mating behaviour of the pipistrelle and the Nathusius' pipistrelle (Chiroptera) - A comparison. *Folia Zoologica* 43 (4): 315-324.
- Grindal, S.D. & R.M. Brigham (1998): Short-term effects of small-scale habitat disturbance on activity by insectivorous bats. *J. Wildl. Manage* 62 (3): 996–1003.
- Grodsky, S.M., M.J. Behr, A. Gendler, D. Drake, B.D. Dieterle, R.J. Rudd & N.L. Walrath (2011): Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammalogy* 92(5): 917–925.
- Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016. – Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de Chiroptères, Version 2 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 17 pages.
- Grünkorn, T., A. Diederichs, B. Stahl, D. Dörte & G. Nehls (2005): Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergie-anlagen. Unpubl. report for Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein: 92 pp.
- Grünkorn T, von Rönn J, Blew J, Nehls G, Weitekamp S, Timmermann H, Reichenbach M, Coppack T (2016). Détermination des taux de collision des oiseaux (y compris rapaces) et principes fondamentaux pour prévoir et évaluer le risque de collision dans la conception des projets éoliens (projet de recherche PROGRESS). (p27).

- Hayes, M.A. (2013): Bats Killed in Large Numbers at United States Wind Energy Facilities. *BioScience* 63(12): 975-979.
- Hayes, M. A., L. A. Hooton, K. L. Gilland, C. Grandgent, R. L. Smith, S. R. Lindsay, J. D. Collins, S. M. Schumacher, P. A. Rabie, J. C. Gruver, and J. Goodrich-Mahoney. (2019) A smart curtailment approach for reducing bat fatalities and curtailment time at wind energy facilities. *Ecological Applications* 00(00):e01881.
- Hedenström A. 2009. Optimal migration strategies in bats. *Journal of Mammalogy*, 90(6):1298–1309, 2009
- Heim, O., Schröder, A., Eccard, J., Jung, K. & Voigt, C.C. (2016) Seasonal activity patterns of European bats above intensively used farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 233, 130–139.
- Hensen, von F. (2004): Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen. *Nyctalus (N.F.)* 9 (5): 427-435.
- Hodos W (2003). Minimization of Motion Smear: Reducing Avian Collisions with Wind Turbines. (p43).
- Horn J.W. Arnett E.B. & Kunz T.H. 2008. Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *The Journal of Wildlife Management* 72(1): 123-132
- Holzhaider J. & Zahn A. 2001. Bats in the Bavarian Alps : species composition and utilization of higher altitudes in summer. *Z. Säugetierk.*, 66(2) : 144-154.
- Hötter H, Thomsen KM, Jeromin H (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. (p65).
- Hull C.L. & Cawthen L. 2013. Bat fatalities at two wind farms in Tasmania, Australia: Bat characteristics, and spatial and temporal patterns. *New Zealand Journal of Zoology* 40(1): 5–15.
- Huso, M.M.P. (2010): An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*: doi: 10.1002/env.
- Huso, M. *et al.*, 2012. Fatality estimator users guide. — US Geological Survey Data Series 729.
- Hutterer R. Ivanova T. Meyer-Cords C. & Rodrigues L. 2005. Bat migrations in Europe. A review of banding data and literature. *Natursch. Biol. Vielf.*, 28 : 3-162 + app.
- Jain, A. *et al.*, 2007. Annual report for the Maple Ridge wind power project: post-construction bird and bat fatality study 2006. Final report. — L. Curry & Kerlinger. Syracuse, NY, Curry & Kerlinger, LLC: 53.
- Johnson G.D. Erickson W.P. Strickland M.D. Shepherd M.F. & Shepherd D.A. 2003. Mortality of bats at a Large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. – *Am. Midl. Nat.* 150: 332-342.
- Jones *et al.*, (2009). Altamont Pass Wind Resource Area 48-Hour Search Interval Bird Fatality Study. (p22).
- Kaňuch P. and Krištín A. 2007. Factors influencing bat assemblages in forest parks. *Ekológia (Bratislava)* 24:45–56.
- Kapfer G. & Aron S. 2007. Temporal variation in flight activity, foraging activity and social interactions by bats around a suburban pond. *Lutra*, 50(1) : 9-18.
- Kerns J. Erickson W.P. & Arnett E.B. 2005. Bat and bird fatality at wind energy facilities in Pennsylvania and West Virginia in Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines, Pour Bat and Wind Energy Cooperative. E.B Arnett, ed. pp. 24-95.

- Körner-Nievergelt, F., Brinkmann R., I. Niermann & O. Behr (2013): Estimating Bat and Bird Mortality Occurring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. PLoS ONE 8 (7): e67997. doi: 10.1371/journal.pone.0067997
- Korner-Nievergelt, F., P. Korner-Nievergelt, O. Behr, I. Niermann, R. Brinkmann & B. Hellriegel (2011): A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildl. Biology 17 (4): 350-363
- Kronwitter F. 1988. Population structure, habitat use and activity patterns of the Noctule bat, *Nyctalus noctula* Schreb., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae) revealed by radio-tracking. *Myotis*, 26: 23 -85.
- Krijgsveld KL *et al.*, (2009). Collision risk of birds with modern large wind turbines. (p10).
- Krüger T, Garthe S (2001). Flight altitudes of coastal birds in relation to wind direction and speed. (p14).
- Kunz, T.H., Arnett E.B., Erickson W.P., Hoar A.R., Johnson G.D., Larkin R.P., Strickland M.D., R.W. Thresher & M.D. Tuttle (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs and hypotheses. *Frontiers in Ecology* 5: 315–324.
- Lagrange, H., E. Roussel, A.-L. Ughetto, F. Melki, G. Steinmetz & C. Kerbirou (2011): Chirotech, A Multi-Factorial Mitigation process to reduce Bat fatalities at wind energy facilities. In: Hutson A.M., P.H.C. Lina (eds.): XII European Bat Research Symposium - Programme, abstract, list of participants: 33.
- Lagrange, H., P. Rico, Y. Bas, A.-L. Ughetto, F. Melki & C. Kerbirou (2013): Mitigating bat fatalities from wind-power plants through targeted curtailment: results from 4 years of testing of CHIROTECH®. Presentation at the CWE in Stockholm 5-7 February 2013 and at the 16th International Bat Research Conference, Costa Rica.
- Le Campion T. & Dubos T. 2017. Etude la migration des chauves-souris en Bretagne 2013-2016 : rapport final mai 2017. G.M.B., 52 p.
- Lebreton, J.-D. *et al.*, 1992. Modelling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. — *Ecol. Monogr.* 62: 67–118.
- Lehnert, L.S., Kramer-Schadt, S., Schönborn, S., Lindecke, O., Niermann, I. & Voigt, C.C. (2014) Wind farm facilities in Germany kill noctule bats from near and far. PLoS ONE, 9, e103106.
- Limpens H.J.G.A. Boonman, M. Korner-Nievergelt F. Jansen E.A. Van der Valk M. La Haye M.J.J. Dirksen S. & Vreugdenhil S.J. 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013. 12, Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg.
- Long, C. V., J.A. Flint & P.A. Lepper (2011): Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? *European Journal of Wildlife Research* 57 (2), 323-331.
- Loss SR, Will T, Marra PP (2013). Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. (p9).
- Madders M, Whitfield DP (2006). Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. (p14).
- Martin, C.M., Arnett, E.B., Stevens, R.D. & Wallace, M.C. (2017) Reducing bat fatalities at wind facilities while improving the economic efficiency of operational mitigation. *Journal of Mammalogy*, 98, 378–385.
- 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. Juin 2017, actualisé en septembre 2017, 92 p.
- McAney C.M. & Fairley J.S. 1990. Observations at summer roosts of the lesser horseshoe bat in Co. Clare. *Ir. Nat. J.* 23(1).

- MRNF. 2008. Protocole de suivi des mortalités d'oiseaux de proie et de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec – 8 janvier 2008. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Secteur Faune Québec. 18 pages.
- Natural England (2007): Disturbance and protected species: understanding and applying the law in England and Wales. Natural England, 24/8/07, 30 pages. Available: [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140605090108/http://www.naturalengland.org.uk/Images/esisgd\\_tcm6-3774.pdf](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140605090108/http://www.naturalengland.org.uk/Images/esisgd_tcm6-3774.pdf)
- Niermann, I., O. Behr & R. Brinkmann (2007): Methodische Hinweise und Empfehlungen zur Bestimmung von Fledermaus-Schlagopferzahlen an Windenergiestandorten. *Nyctalus* (N.F.) 12 (2-3): 152-162.
- Niermann I. Brinkmann R. Korner-Nievergelt F. Behr O. 2011. Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. (ed.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. *Umwelt und Raum* 4: 40-115
- Norberg U.M. Rayner J.M.V. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 316: 335-427.
- Parsons S. & Jones G. 2000. Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. *J. exp. Biol.* 203: 2641±2656.
- Parsons, K.N., G. Jones, I. Davidson-Watts & F. Greenaway (2003): Swarming of bats at underground sites in Britain - implications for conservation. *Biol. Conservation* 111 (1): 63-70.
- Péron, G., J.E. Hines, J.D. Nichols, W.L. Kendall, K.A. Peters & D.S. Mizrahi (2013) Estimation of bird and bat mortality at wind-power farms with superpopulation models. *Journal of Applied Ecology* 50(4): 902-911.
- Pollock, R. 2007. Recommended formulas for adjusting fatality rates. California guidelines for reducing impacts to birds and bats from wind energy development. Final commission report. C. E. C. a. C. D. o. F. a. Game. — California Energy Commission, Renewables Committee, and Energy Facilities Siting Divisions, and California Dept of Fish and Game, Resources Management and Policy Division, pp. 117-118.
- Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, 2015.
- Rachwald A. 1992. Habitat preference and activity of the noctule bat *Nyctalus noctula* in the Bialowieza Primeval Forest. *Acta Theriol.* 37, 413-422.
- Redell D. Arnett E.B. Hayes J.P. & Huso M. 2006. Patterns of pre-construction bat activity at a proposed wind facility in south-central Wisconsin. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. 52 p.
- Rico, P. & H. Lagrange (2011): Chirotech, Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Mas de Leuze (commune de Saint-Martin-de-Crau, 13) 2011. Rapport Biotope, contrat n°8 pour l'ADEME, 51 pages.
- Rodrigues L. Bach L. Dubourg-Savage M.-J. Goodwin J. & Harbush C. 2008. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. EUROBATS Publication Series No. 3 (version française). PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany

- Rodrigues, L. Bach, M-J. Dubourg-Savage, B.Karapandza, D.Kovac, T.Kervyn, J.Dekker, A.Kepel, P.Bach, J.Collins, C.Harbusch,K.Park, B.Micevski, J.Minderman (2015) Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens – Actualisation 2015. EUROBATS Publication Serie N° 6 (Version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133p.
- Rollins, K.E., D. K. Meyerholz, G.D. Johnson, A.P. Capparella & S.S. Loew (2012): A Forensic Investigation Into the Etiology of Bat Mortality at a Wind Farm: Barotrauma or Traumatic Injury? *Veterinary Pathology* 49 (2): 362-371
- Russ J.M. 1999a. The bats of Britain and Ireland. Echolocation calls, sound analysis and species identification. Newtown: Alana Books. 102
- Russ J.M. 1999b. The Microchiroptera of Northern Ireland: community composition, habitat associations and ultrasound. Unpubl. PhD thesis, The Queen's University of Belfast
- Rydell J. Bach L. Dubourg-Savage M-J. Green M. Rodrigues L. & Hedenström A. 2010a. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2): 261-274
- Rydell J. Bach L. Dubourg-Savage M-J. Green M. Rodrigues L. & Hedenström A. 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *Eur. J. Wildl. Res.*, 56(6) : 823-827.
- Sané, F. (2012): Contrôle de l'impact post-implantation du parc éolien de Lou Paou sur les habitats, l'avifaune et les chiroptères : Bilan de 3 années de suivi (2008-2009-2010). ALEPE, unpublished report for EDF EN, 111 pages.
- Sattler T. & Bontadina F. 2005. Bases pour l'évaluation écologique de deux secteurs d'installations éoliennes en France sur la base de la diversité et l'activité des chauvessouris. – Compte-rendu succinct, SWILD, Zürich par ordre de Megawatt Eole, Stuttgart, 23p.
- Schaub, A., J. Ostwald & B.M. Siemers (2008): Foraging bats avoid noise. *The Journal of Experimental Biology* 211 : 3174-3180.
- Seiche K. Endl P. & Lein M. 2007. Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen – Ergebnisse einer landesweiten Studie. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3): 170-181.
- Silva R. 2009. Effet des conditions météorologiques sur l'activité de chasse des Chiroptères. M.N.H.N., C.R.B.P.O., 36p.
- Smallwood, K. 2007. Estimating wind turbine – Caused bird mortality. — *Journal of wildlife management* 71(8) : 2781-2791.
- Stone, E.L., G. Jones & S. Harris (2009): Street Lighting Disturbs Commuting Bats. *Current Biology* 19(13): 1123-1127. Doi:10.1016/j.cub.2009.05.058.
- Swift S.M. 1980. Activity patterns of pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) in north-east Scotland. *Journal of Zoology, London*, 190, 285-295.
- Therkildsen OR, Elmeros M (2015). First year post-construction monitoring of bats and birds at wind turbine test Centre Østerild. (p128).
- Thonnerieux Y - Natur'ailes (2005). Éoliennes et Oiseaux : quelles conséquences ? (p6).
- Voigt, Ch.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann & S. Kramer-Schadt (2012): The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conservation* 153: 80-86
- Warren-Hicks, W., J. Newman, R. Wolpert, B. Karas & L. Tran (2013): Improving methods for estimating fatality of birds and bats at wind energy facilities. Public Interest Energy Research (PIER) Program. Final Project Report. California Energy Commission. February 2013.

- Whitaker J.O.Jr. 1998. Life history and roost switching in six summer colonies of eastern pipistrelles in buildings. *Journal of Mammalogy* 79 (2): 651-659.
- Young Jr DP, Erickson WP, Strickland MD, Good RE, Sernka KJ (2003). Comparison of avian responses to UV-Light-Reflective Paint on Wind Turbines. (p67).

## Annexe 1 : Fiche de données remplie à chaque sortie mortalité

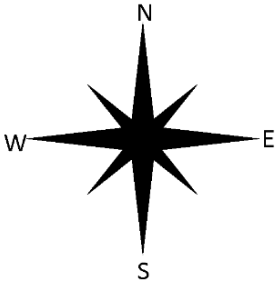
Étude réalisée par ENCIS Environnement pour Energiequelle GmbH

## Annexe 2 : Fiche de données remplie pour chaque cas de mortalité

Observateur		Parc	
-------------	--	------	--

Date	Eolienne	Type (O/C)	Espèce	Point GPS (Lambert 93)		Sexe / Etat sexuel	Age	Mesures			Etat cadavre	Blessure	Codes photos	Végétation
				X	Y			AB	D3	D5				
Remarque :														
Remarque :														
Remarque :														
Remarque :														
Remarque :														
Remarque :														
<b>Age</b> : Adulte (Ad) ; immature (Im) ; juvénile (juv) <b>Etat sex</b> : Post-lactante (PL= tétines visibles) ; Epididymes et/ou gonades gonflées (EG/GG) ; Non reproductrice (NR) ; Epididymes/gonadess non gonflées (EN) <b>Etat cadavre</b> : Frais (F) ; Avancé (Av) ; Décomposé (Déc) ; Sec (S)														

## Annexe 3 : Présentation de la fiche de saisie standardisée de la mortalité

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

## Annexe 4 : Sorties mortalité réalisées en 2023

Chercheurs	Période biologique avifaune (théorique)	Période biologique chiroptère (théorique)	Date	H. début	H. fin	T. début (°C)	T. fin (°C)	CN (%)	Pluie	Vent
Corentin GOISLOT	Nidification (1 <sup>er</sup> mai - 31 août)	Transits printaniers (16 mars - 31 mai)	17/05/2023	8:00	10:30	8	15	50	absente	faible
Corentin GOISLOT			24/05/2023	8:00	9:30	11	13	10	absente	moyen à fort
Corentin GOISLOT			31/05/2023	9:00	10:30	12	12	100	absente	moyen à fort
Corentin GOISLOT		Mise-bas / Elevage des jeunes (1 <sup>er</sup> juin - 15 août)	06/06/2023	11:00	13:00	16	17	50	absente	faible
Corentin GOISLOT			15/06/2023	7:30	10:00	13	19	0	absente	faible
Corentin GOISLOT			21/06/2023	7:45	9:45	15	18	100	bruine	moyen à fort
Corentin GOISLOT			29/06/2023	6:45	9:15	14	16	100	averses	moyen à fort
Corentin GOISLOT			03/07/2023	14:30	16:30	21	21	75	absente	moyen à fort
Corentin GOISLOT			11/07/2023	8:15	10:30	18	19	100	bruine	moyen à fort
Corentin GOISLOT			20/07/2023	8:00	11:30	13	18	75	absente	faible
Corentin GOISLOT			27/07/2023	8:00	11:30	15	17	100	averses	moyen à fort
Corentin GOISLOT			02/08/2023	8:30	10:30	14	16	100	averses	moyen à fort
Corentin GOISLOT			10/08/2023	8:30	11:30	18	23	50	absente	faible
Laëtitia VIBERT		Transits automnaux / Swarming (16 août - 15 novembre)	17/08/2023	8:30	11:45	15	25	10	absente	faible
Corentin GOISLOT			24/08/2023	8:30	11:15	17	19	100	absente	moyen à fort
Corentin GOISLOT			31/08/2023	8:30	9:45	14	16	100	averses	moyen à fort
Corentin GOISLOT	Migrations postnuptiales (1 <sup>er</sup> septembre - 30 novembre)		06/09/2023	8:15	12:30	17	27	0	absente	absent
Corentin GOISLOT			12/09/2023	12:15	17:15	21	19	90	absente	faible
Corentin GOISLOT			21/09/2023	8:15	10:45	10	13	25	bruine	moyen à fort
Corentin GOISLOT			28/09/2023	8:30	11:30	12	17	90	absente	moyen à fort
Corentin GOISLOT			05/10/2023	8:15	11:15	7	14	25	absente	faible
Corentin GOISLOT			12/10/2023	8:30	11:00	18	19	100	absente	moyen à fort
Corentin GOISLOT			20/10/2023	11:00	12:00	13	15	25	absente	moyen à fort
Corentin GOISLOT			25/10/2023	9:00	10:00	11	11	100	absente	moyen à fort

T. : Température / CN : couverture nuageuse / H. : Heure.

T. : Température / CN : couverture nuageuse / H. : Heure.

## Annexe 5 : Cas de collision avec des chiroptères recensés en France et en Europe au 9 août 2023 (d'après Dürr, 2023)

Espèces	Europe	France
Pipistrelle commune	3 401	1 931
Pipistrelle de Nathusius	1 792	415
Noctule commune	1 765	269
Chiroptère sp.	1 123	465
Pipistrelle sp.	864	421
Noctule de Leisler	813	243
Pipistrelle de Kuhl	661	411
Pipistrelle pygmée	494	199
Pipistrelle commune / pygmée	412	40
Vespère de Savi	346	59
Sérotine bicolore	218	11
Sérotine commune	165	72
Sérotine Isabelline	120	0
Sérotine commune / Isabelline	115	0
Molosse de Cestoni	85	3
Sérotine de Nilsson	45	0
Grande Noctule	41	10
Noctule sp.	26	5
Minioptère de Schreibers	14	8
Murin de Daubenton	12	2
Oreillard gris	11	2
Murin sp.	10	1
Grand Murin	9	5
Oreillard roux	9	1
Murin à moustaches	8	4
Barbastelle d'Europe	8	6
Petit Murin	7	1
Murin de Natterer	6	3
Murin à oreilles échancrées	5	3
Murin des marais	3	0
Murin de Bechstein	2	2
Murin de Brandt	2	0
Grand Rhinolophe	2	1
Oreillard sp.	1	1
Rhinolophe de Mehely	1	0
Rhinolophe sp.	1	0

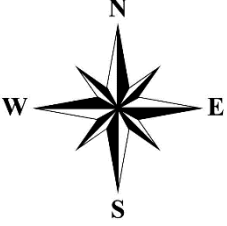
## Annexe 6 : Cas de collision avec l'avifaune recensés en France et en Europe au 9 août 2023 (d'après Dürr, 2023)

Ordre	France	Europe
Passériformes	1 900	6 098
Accipitriformes	607	5 360
Charadriiformes	378	3 131
Falconiformes	464	1 129
Columbiformes	376	950
Galliformes	321	869
Apodiformes	436	770
Ansériformes	27	628
Ciconiiformes	5	176
Pélécaniiformes	14	168
Strigiformes	25	138
Gruiformes	7	104
Inconnu	39	50
Piciformes	10	32
Suliformes	13	32
Cuculiformes	0	16
Coraciiformes	4	15
Bucérotiformes	3	12
Ptérocliformes	0	6
Podicipédiformes	2	5
Caprimulgiformes	0	3
Procellariiformes	0	3
Gaviiformes	0	1
Psittaciformes	0	1

## Annexe 7 : Surfaces prospectées par éolienne et par sortie lors du suivi de la mortalité

Sortie	Date	Surface prospectée / éolienne (m²)				
		1	2	3	4	Total
1	17/05/2023	8 938	1 313	1 180	578	12 009
2	24/05/2023	8 938	1 313	1 180	578	12 009
3	31/05/2023	8 938	1 313	1 180	578	12 009
4	06/06/2023	8 938	1 313	1 180	578	12 009
5	15/06/2023	8 938	6 024	1 180	578	16 720
6	21/06/2023	1 432	6 024	1 180	578	9 214
7	29/06/2023	1 432	6 024	1 180	578	9 214
8	03/07/2023	1 670	6 555	1 380	993	10 598
9	11/07/2023	1 670	7 337	1 380	993	11 380
10	20/07/2023	9 176	7 337	1 380	993	18 886
11	27/07/2023	9 176	7 337	1 380	993	18 886
12	02/08/2023	1 670	5 162	1 380	993	9 205
13	10/08/2023	1 670	5 162	9 141	9 366	25 339
14	17/08/2023	1 670	5 267	9 141	8 957	25 035
15	24/08/2023	1 670	2 731	9 141	9 366	22 908
16	31/08/2023	1 292	1 196	953	578	4 019
17	06/09/2023	1 292	2 627	9 141	6 100	19 160
18	12/09/2023	1 292	2 627	9 337	6 100	19 356
19	21/09/2023	1 292	1 978	8 910	5 495	17 675
20	28/09/2023	8 798	1 978	8 910	5 495	25 181
21	05/10/2023	8 798	1 196	8 910	5 495	24 399
22	12/10/2023	8 798	1 196	8 910	5 495	24 399
23	20/10/2023	1 292	1 196	953	578	4 019
24	25/10/2023	1 292	1 196	953	578	4 019
Moyenne sur l'ensemble du suivi		4 586	3 558	4 148	3 026	15 319
Proportion (%)		45,86	35,58	41,48	30,26	38,30

## Annexe 8 : Fiches de saisie standardisées de la mortalité du parc éolien de Kerdrouallan

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 1 – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 1	Date 24/05/2023	Heure 08:35	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<p align="center"><b>Localisation</b></p> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48.42754319</p> <p>Longitude : -3.02142160</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E3</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 50</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NW</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme</p> <div align="right">  </div>			
N° de photos : 20230524_KERDROUALLAN_E3_O1			
<p align="center"><b>Description et identification</b></p> <p>Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : plumes de couvertures blanches et grises</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Oiseau sp.</p>			
<p align="center"><b>État de l'individu</b></p> <p align="center"> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/> </p>			
<p align="center"><b>État du cadavre</b></p> <p align="center"> <input type="checkbox"/>Frais <input type="checkbox"/>Avancé <input type="checkbox"/>Décomposé <input checked="" type="checkbox"/>Sec </p>			
<p>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :</p> <p>Collision avec pale puis prédation par un carnivore probable (plumes cassées)</p> <p><b>COMMENTAIRES :</b></p> <p>La plumée découverte sur la plateforme n'a pas permis l'identification de l'espèce.</p>			

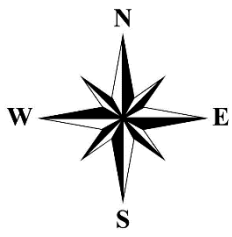
## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 1 – PHOTOS



*Photographie 1 : Plumée non identifiée retrouvée sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)*



*Photographie 2 : Plumée non identifiée retrouvée sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)*

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 2 – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 2	Date 31/05/2023	Heure 09:25	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<p style="text-align: center;"><b>Localisation</b></p> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48.42947500</p> <p>Longitude : -3.02388001</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E2</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 34</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : N</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme</p> <div style="text-align: right;">  </div>			
N° de photos : 20230531_KERDROUALLAN_E2_O2			
<p style="text-align: center;"><b>Description et identification</b></p> <p>Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : Rémiges primaires et secondaires gris foncées, bordées de blanc sur le vexille interne et liserées de jaune paille sur le vexille externe. Grandes couvertures secondaires noires à bout jaune clair.</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Pinson des arbres</p>			
<p style="text-align: center;"><b>État de l'individu</b></p> <p style="text-align: center;"> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/> </p>			
<p style="text-align: center;"><b>État du cadavre</b></p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/>Frais <input type="checkbox"/>Frais <input type="checkbox"/>Frais <input type="checkbox"/>Frais </p>			
<p>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :</p> <p>Collision avec pale puis prédation par un carnivore probable (plumes cassées)</p> <p><b>COMMENTAIRES :</b></p> <p>Plumée comprenant des rémiges primaires, secondaires (et les plumes de couverture associées) en fourreaux : individu juvénile.</p>			

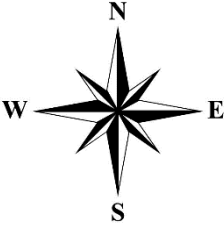
## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 2 – PHOTOS



Photographie 3 : Plumée de Pinson des arbres retrouvée sous l'éolienne E2 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 4 : Plumée de Pinson des arbres retrouvée sous l'éolienne E2 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 3 – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 3	Date 31/05/2023	Heure 09:40	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<p align="center"><b>Localisation</b></p> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48.43108167</p> <p>Longitude : -3.02604834</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E1</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 55</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : SE</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : chemin</p> <div align="right">  </div>			
N° de photos : 20230531_KERDROUALLAN_E1_O3			
<p align="center"><b>Description et identification</b></p> <p>Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : plumes de couvertures noires</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Oiseau sp.</p>			
<p align="center"><b>État de l'individu</b></p> <p align="center"> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/> </p>			
<p align="center"><b>État du cadavre</b></p> <p align="center"> <input type="checkbox"/>Frais <input type="checkbox"/>Avancé <input type="checkbox"/>Décomposé <input checked="" type="checkbox"/>Sec </p>			
<p>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :</p> <p>Collision avec pale puis prédation par un carnivore probable (plumes cassées)</p> <p><b>COMMENTAIRES :</b></p> <p>La plumée découverte sur le chemin n'a pas permis l'identification de l'espèce.</p>			

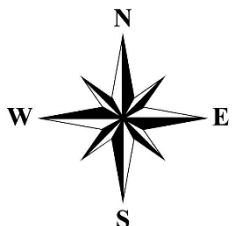
## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 3 – PHOTOS



*Photographie 5 : Plumée non identifiée retrouvée sous l'éolienne E1 du parc éolien de Kerdrouallan (22)*



*Photographie 6 : Plumée non identifiée retrouvée sous l'éolienne E1 du parc éolien de Kerdrouallan (22)*

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 4 – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 4	Date 06/06/2023	Heure 11:20	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<p style="text-align: center;"><b>Localisation</b></p> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48,4275294</p> <p>Longitude : -3,0217467</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E3</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 68</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NW</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : végétation rudérale en bordure de chemin</p> <div style="text-align: right;">  </div>			
N° de photos : 20230606_KERDROUALLAN_E3_O4			
<p style="text-align: center;"><b>Description et identification</b></p> <p>Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : Rémiges primaires et secondaires gris foncées, bordées de blanc sur le vexille interne et liserées de jaune paille sur le vexille externe. Grandes couvertures secondaires noires à bout jaune clair.</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Pinson des arbres</p>			
<p style="text-align: center;"><b>État de l'individu</b></p> <p>Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/></p>			
<p style="text-align: center;"><b>État du cadavre</b></p> <p><input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Sec</p>			
<p>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :</p> <p>Collision avec pale puis prédation par un carnivore probable (plumes cassées)</p> <p>COMMENTAIRES :</p> <p>Plumée comprenant des rémiges primaires, secondaires (et les plumes de couverture associées) en fourreaux : individu juvénile.</p>			

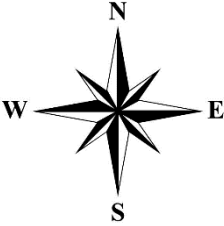
## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 4 – PHOTOS



*Photographie 7 : Plumée de Pinon des arbres retrouvée sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)*



*Photographie 8 : Plumée de Pinon des arbres retrouvée sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)*

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 5 – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 5	Date 20/07/2023	Heure 08:20	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<p style="text-align: center;"><b>Localisation</b></p> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48,4256483</p> <p>Longitude : -3,0182200</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E4</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 35</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NE</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme</p> <div style="text-align: right;">  </div>			
N° de photos : 20230720_KERDROUALLAN_E4_O5			
<p style="text-align: center;"><b>Description et identification</b></p> <p>Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : Rémiges secondaires avec le bout comme fendu, formant deux bosses, vexilles plus longs que le rachis. Rémiges primaires et secondaires brunes liserées de beige sur le vexille externe. Vexilles internes des rémiges secondaires bordés de beige.</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Alouette des champs</p>			
<p style="text-align: center;"><b>État de l'individu</b></p> <p style="text-align: center;"> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/> </p>			
<p style="text-align: center;"><b>État du cadavre</b></p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/>Frais <input type="checkbox"/>Avancé <input type="checkbox"/>Décomposé <input checked="" type="checkbox"/>Sec </p>			
<p>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :</p> <p>Collision avec pale puis prédation par un rapace ou corvidé probable (rachis en bon état, plumes pincées)</p> <p>COMMENTAIRES :</p> <p>Plumée comprenant principalement des rémiges primaires et secondaires (et des plumes de couverture)</p>			

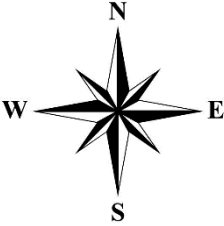
## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 5 – PHOTOS



Photographie 9 : Plumée d'Alouette des champs retrouvée sous l'éolienne E4 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 10 : Plumée d'Alouette des champs retrouvée sous l'éolienne E4 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 6 – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 6	Date 27/07/2023	Heure 08:45	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<p style="text-align: center;"><b>Localisation</b></p> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48,4273400</p> <p>Longitude : -3,0209233</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E3</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 14</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : N</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : végétation rudérale en bordure de plateforme</p> <div style="text-align: right;">  </div>			
N° de photos : 20230720_KERDROUALLAN_E3_O6			
<p style="text-align: center;"><b>Description et identification</b></p> <p>Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : RAS</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Faisan de Colchide</p>			
<p style="text-align: center;"><b>État de l'individu</b></p> <p style="text-align: center;">Vivant (blessé) <input type="checkbox"/>      Mort <input type="checkbox"/>      Fragment <input checked="" type="checkbox"/></p>			
<p style="text-align: center;"><b>État du cadavre</b></p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/>Frais      <input type="checkbox"/>Avancé      <input type="checkbox"/>Décomposé      <input checked="" type="checkbox"/>Sec</p>			
<p>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :</p> <p>Collision avec le mat possible</p> <p><b>COMMENTAIRES :</b></p> <p>Plumée comprenant des plumes avec le rachis cassé faisant penser à une prédation par un carnivore</p>			

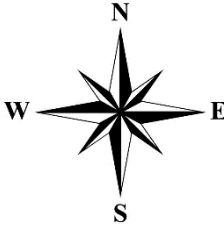
## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 6 – PHOTOS



Photographie 11 : Plumée de Faisan de Colchide retrouvée sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 12 : Plumée de Faisan de Colchide retrouvée sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 7 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 7	Date 24/08/2023	Heure 10:55	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<p style="text-align: center;"><b>Localisation</b></p> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48,4311133</p> <p>Longitude : -3,0265967</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E1</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 31</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : S</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme</p> <div style="text-align: right;">  </div>			
N° de photos : 20230824_KERDROUALLAN_E1_C7			
<p style="text-align: center;"><b>Description et identification</b></p> <p>Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 31,5mm   5ème doigt = 41,5mm   3ème doigt = 56mm</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : Forme du tragus : courbé, à pointe arrondie. Epiphyse articulaire : fusion terminée, articulation noduleuse, pas de zone claire. Usure des dents : pointe des canines pointues. Irrigation du patagium : ailes peu vascularisées. Dentition : l'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune</p>			
<p style="text-align: center;"><b>État de l'individu</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Vivant (blessé) <input type="checkbox"/></div> <div>Mort <input checked="" type="checkbox"/></div> <div>Fragment <input type="checkbox"/></div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Blessure apparente <input type="checkbox"/></div> <div>Sans blessure visible <input checked="" type="checkbox"/></div> </div>			
<p style="text-align: center;"><b>État du cadavre</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div><input type="checkbox"/> Frais</div> <div><input type="checkbox"/> Avancé</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> Décomposé</div> <div><input type="checkbox"/> Sec</div> </div>			
<p>Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :</p> <p>Barotraumatisme</p> <p>COMMENTAIRES :</p> <p>Adulte</p>			

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 7 – PHOTOS



Photographie 13 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E1 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 14 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E1 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 8 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS

Nom du parc éolien : Kerdrouallan

Point n°  
8Date  
06/09/2023Heure  
8:25Nom du découvreur  
Corentin GOISLOT

## Localisation

Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte

Latitude : 48,4312933

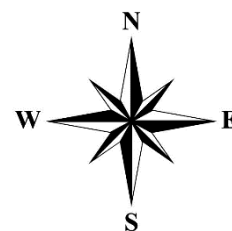
Longitude : -3,0266783

Numéro de l'éolienne la plus proche : E1

Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 11

Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : S

Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme végétalisée



N° de photos : 20230906\_KERDROUALLAN\_E1\_C8

## Description et identification

Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 32,2mm | 5ème doigt = 42,5mm | 3ème doigt = 53mm

Particularités (couleur, forme quelconque) : Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.

Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune

## État de l'individu

Vivant (blessé) ☐Mort ☒Fragment ☐Blessure apparente ☐Sans blessure visible ☒

## État du cadavre

☐ Frais☐ Avancé☒ Décomposé☐ Sec

Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :

Collision ou barotraumatisme

## COMMENTAIRES :

L'état avancé du cadavre n'a pas permis la détermination du sexe et de l'âge de l'individu ; épisode de MORTALITÉ MASSIVE (fiche ICPE remplie)

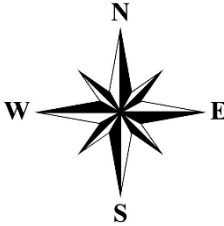
## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 8 – PHOTOS



Photographie 15 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E1 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 16 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E1 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 9 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 9	Date 06/09/2023	Heure 8:45	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<p style="text-align: center;"><b>Localisation</b></p> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48,4312000</p> <p>Longitude : -3,0265367</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E1</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 22</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : S</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme</p> <div style="text-align: right;">  </div>			
N° de photos : 20230906_KERDROUALLAN_E1_C9			
<p style="text-align: center;"><b>Description et identification</b></p> <p>Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 32,3mm   5ème doigt = 41,5mm   3ème doigt = 57mm</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : Femelle adulte. Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune</p>			
<p style="text-align: center;"><b>État de l'individu</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/>  Blessure apparente <input type="checkbox"/> </div> <div> Mort <input checked="" type="checkbox"/>  Sans blessure visible <input checked="" type="checkbox"/> </div> <div> Fragment <input type="checkbox"/> </div> </div>			
<p style="text-align: center;"><b>État du cadavre</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <input checked="" type="checkbox"/>Frais <input type="checkbox"/>Avancé <input type="checkbox"/>Décomposé <input type="checkbox"/>Sec </div>			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) : Barotraumatisme			
<p><b>COMMENTAIRES :</b></p> <p>Épisode de MORTALITÉ MASSIVE (fiche ICPE remplie)</p>			

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 9 – PHOTOS



Photographie 17 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E1 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 18 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E1 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 10 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS

Nom du parc éolien : Kerdrouallan

Point n°  
10Date  
06/09/2023Heure  
9:20Nom du découvreur  
Corentin GOISLOT

## Localisation

Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte

Latitude : 48,4288547

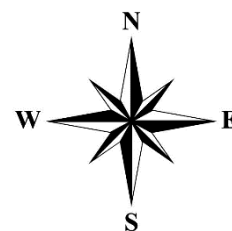
Longitude : -3,0241286

Numéro de l'éolienne la plus proche : E2

Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 48

Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : SO

Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Chemin



N° de photos : 20230906\_KERDROUALLAN\_E2\_10

## Description et identification

Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 30,5mm | 5ème doigt = 40mm | 3ème doigt = 55mm

Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle juvénile. Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.

Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune

## État de l'individu

Vivant (blessé) ☐Mort ☒Fragment ☐Blessure apparente ☐Sans blessure visible ☒

## État du cadavre

☒ Frais☐ Avancé☐ Décomposé☐ Sec

Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :  
Barotraumatisme

## COMMENTAIRES :

Épisode de MORTALITÉ MASSIVE (fiche ICPE remplie)

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 10 – PHOTOS



Photographie 19 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E2 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 20 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E2 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 11 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS

Nom du parc éolien : Kerdrouallan

Point n°  
11Date  
06/09/2023Heure  
10:00Nom du découvreur  
Corentin GOISLOT

## Localisation

Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte

Latitude : 48,4274416

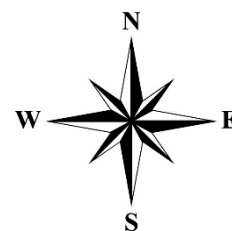
Longitude : -3,0215633

Numéro de l'éolienne la plus proche : E3

Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 50

Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NO

Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Végétation rudérale bordant la plateforme



N° de photos : 20230906\_KERDROUALLAN\_E3\_C11

## Description et identification

Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 35,5mm | 5ème doigt = 49mm | 3ème doigt = 64,5mm

Particularités (couleur, forme quelconque) : Femelle adulte. Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est bien visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.

Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle de Nathusius

## État de l'individu

Vivant (blessé) ☐Mort ☒Fragment ☐Blessure apparente ☒Sans blessure visible ☐

## État du cadavre

☒Frais☐Avancé☐Décomposé☐Sec

Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :

Collision ou barotraumatisme

## COMMENTAIRES :

Fractures de l'épaule gauche et du poignet droit ; découvert lors de l'épisode de MORTALITÉ MASSIVE de Pipistrelles communes

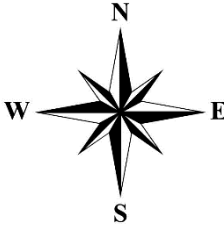
## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 11 – PHOTOS



Photographie 21 : Individu de Pipistrelle de Nathusius retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 22 : Individu de Pipistrelle de Nathusius retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 12 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 12	Date 06/09/2023	Heure 10:20	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<div style="text-align: center;"><b>Localisation</b></div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 70%;"> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48,4273383</p> <p>Longitude : -3,0212367</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E3</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 24</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NO</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme</p> </div> <div style="width: 25%; text-align: center;">  </div> </div>			
N° de photos : 20230906_KERDROUALLAN_E3_C12			
<div style="text-align: center;"><b>Description et identification</b></div> <p>Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 32mm   5ème doigt = 41mm   3ème doigt = 56,5mm</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle adulte en reproduction (testicules bien développés). Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune</p>			
<div style="text-align: center;"><b>État de l'individu</b></div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>Vivant (blessé) <input type="checkbox"/></p> <p>Blessure apparente <input type="checkbox"/></p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>Mort <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Sans blessure visible <input checked="" type="checkbox"/></p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>Fragment <input type="checkbox"/></p> </div> </div>			
<div style="text-align: center;"><b>État du cadavre</b></div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 25%;"> <p><input checked="" type="checkbox"/> Frais</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p><input type="checkbox"/> Avancé</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p><input type="checkbox"/> Décomposé</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p><input type="checkbox"/> Sec</p> </div> </div>			
<p>Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :</p> <p>Barotraumatisme</p> <p><b>COMMENTAIRES :</b></p> <p>Épisode de MORTALITÉ MASSIVE (fiche ICPE remplie)</p>			

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 12 – PHOTOS



Photographie 23 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 24 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 13 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS

Nom du parc éolien : Kerdrouallan

Point n°  
13Date  
06/09/2023Heure  
10:45Nom du découvreur  
Corentin GOISLOT

## Localisation

Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte

Latitude : 48,4270833

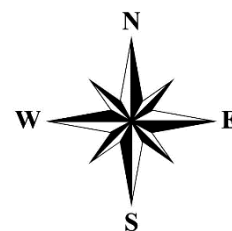
Longitude : -3,0211900

Numéro de l'éolienne la plus proche : E3

Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 22

Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : SO

Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Chaumes de blé



N° de photos : 20230906\_KERDROUALLAN\_E3\_C13

## Description et identification

Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 32mm | 5ème doigt = 42,5mm | 3ème doigt = 58mm

Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle adulte en reproduction (testicules bien développés). Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.

Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune

## État de l'individu

Vivant (blessé) ☐Mort ☒Fragment ☐Blessure apparente ☐Sans blessure visible ☒

## État du cadavre

☒ Frais☐ Avancé☐ Décomposé☐ Sec

Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :  
Barotraumatisme

## COMMENTAIRES :

Épisode de MORTALITÉ MASSIVE (fiche ICPE remplie)

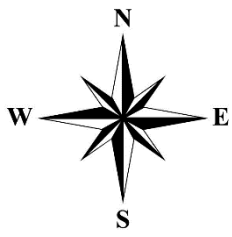
## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 13 – PHOTOS



Photographie 25 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 26 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 14 – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 14	Date 06/09/2023	Heure 11:05	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<p style="text-align: center;"><b>Localisation</b></p> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48,4270117</p> <p>Longitude : -3,0202667</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E3</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 56</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : SE</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Chaumes de blé</p> <div style="text-align: right;">  </div>			
N° de photos : 20230906_KERDROUALLAN_E3_O14			
<p style="text-align: center;"><b>Description et identification</b></p> <p>Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : Plumée comprenant des rémiges et des plumes de couvertures.</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Pigeon ramier</p>			
<p style="text-align: center;"><b>État de l'individu</b></p> <p style="text-align: center;">Vivant (blessé) <input type="checkbox"/>      Mort <input type="checkbox"/>      Fragment <input checked="" type="checkbox"/></p>			
<p style="text-align: center;"><b>État du cadavre</b></p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/>Frais      <input type="checkbox"/>Avancé      <input type="checkbox"/>Décomposé      <input checked="" type="checkbox"/>Sec</p>			
<p>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :</p> <p>Collision avec pale puis prédation probable</p> <p><b>COMMENTAIRES :</b></p> <p>Plumée comprenant des plumes avec le rachis cassé faisant penser à une prédation par un carnivore ; découvert lors de l'épisode de MORTALITÉ MASSIVE de Pipistrelles communes</p>			

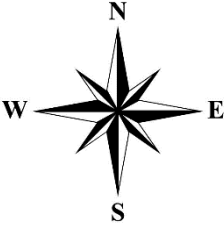
## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 14 – PHOTOS



Photographie 27 : Plumée de Pigeon ramier retrouvée sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 28 : Plumée de Pigeon ramier retrouvée sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 15 – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 15	Date 06/09/2023	Heure 11:55	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<p style="text-align: center;"><b>Localisation</b></p> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48,4255450</p> <p>Longitude : -3,0188583</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E4</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 26</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NO</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Chaumes de blé</p> <div style="text-align: right;">  </div>			
N° de photos : 20230906_KERDROUALLAN_E4_O15			
<p style="text-align: center;"><b>Description et identification</b></p> <p>Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : Plumée comprenant des plumes de couvertures noires.</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Corvidés sp. (Corneille noire / Choucas des tours)</p>			
<p style="text-align: center;"><b>État de l'individu</b></p> <p style="text-align: center;"> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/> </p>			
<p style="text-align: center;"><b>État du cadavre</b></p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/>Frais <input type="checkbox"/>Avancé <input type="checkbox"/>Décomposé <input checked="" type="checkbox"/>Sec </p>			
<p>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :</p> <p>Collision avec pale puis prédation probable</p> <p><b>COMMENTAIRES :</b></p> <p>Plumée comprenant des plumes de couvertures en fourreaux : individu juvénile ; découvert lors de l'épisode de MORTALITÉ MASSIVE de Pipistrelles communes</p>			

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 15 – PHOTOS



Photographie 29 : Plumée de Corvidé indéterminé retrouvée sous l'éolienne E4 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 30 : Plumée de Corvidé indéterminé retrouvée sous l'éolienne E4 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 16 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS

Nom du parc éolien : Kerdrouallan

Point n°  
16Date  
06/09/2023Heure  
12:00Nom du découvreur  
Corentin GOISLOT

## Localisation

Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte

Latitude : 48,4255750

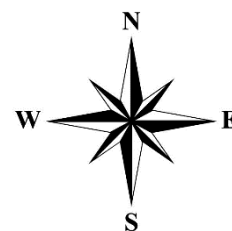
Longitude : -3,0189883

Numéro de l'éolienne la plus proche : E4

Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 36

Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NO

Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Chaumes de blé



N° de photos : 20230906\_KERDROUALLAN\_E4\_C16

## Description et identification

Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 32mm | 5ème doigt = 41mm | 3ème doigt = 56mm

Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle adulte. Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.

Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune

## État de l'individu

Vivant (blessé) ☐Mort ☒Fragment ☐Blessure apparente ☒Sans blessure visible ☐

## État du cadavre

☒ Frais☐ Avancé☐ Décomposé☐ SecCause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :  
Barotraumatisme

## COMMENTAIRES :

Fracture du coude droit ; épisode de MORTALITÉ MASSIVE (fiche ICPE remplie)

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 16 – PHOTOS



Photographie 31 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E4 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 32 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E4 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 17 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS

Nom du parc éolien : Kerdrouallan

Point n°  
17Date  
12/09/2023Heure  
13:25Nom du découvreur  
Corentin GOISLOT

## Localisation

Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte

Latitude : 48,4310433

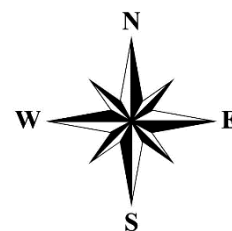
Longitude : -3,0264833

Numéro de l'éolienne la plus proche : E1

Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 40

Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : S

Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme



N° de photos : 20230912\_KERDROUALLAN\_E1\_C17

## Description et identification

Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 30,2mm | 5ème doigt = 39mm | 3ème doigt = 53mm

Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle adulte. Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.

Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune

## État de l'individu

Vivant (blessé) ☐Mort ☒Fragment ☐Blessure apparente ☒Sans blessure visible ☐

## État du cadavre

☐ Frais☒ Avancé☐ Décomposé☐ Sec

Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :

Collision ou barotraumatisme

## COMMENTAIRES :

Fracture de la mâchoire

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 17 – PHOTOS



Photographie 33 : Individu de *Pipistrelle commune* retrouvé sous l'éolienne E1 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 34 : Individu de *Pipistrelle commune* retrouvé sous l'éolienne E1 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 18 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS

Nom du parc éolien : Kerdrouallan

Point n°  
18Date  
12/09/2023Heure  
13:50Nom du découvreur  
Corentin GOISLOT

## Localisation

Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte

Latitude : 48,4288717

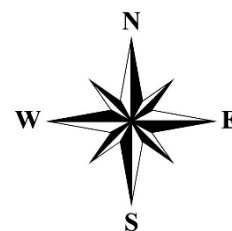
Longitude : -3,0236367

Numéro de l'éolienne la plus proche : E2

Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 36

Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : S

Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Prairie



N° de photos : 20230912\_KERDROUALLAN\_E2\_C18

## Description et identification

Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 31,5mm

Particularités (couleur, forme quelconque) : Femelle juvénile. Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touchent pas.

Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune

## État de l'individu

Vivant (blessé) ☒Mort ☐Fragment ☐Blessure apparente ☐Sans blessure visible ☒

## État du cadavre

☐ Frais☐ Avancé☐ Décomposé☐ Sec

Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :  
Indéterminée

## COMMENTAIRES :

Individu retrouvé vivant (sans blessure apparente) dans la prairie

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 18 – PHOTOS



Photographie 35 : Pipistrelle commune retrouvée vivante sous l'éolienne E2 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 36 : Pipistrelle commune retrouvée vivante sous l'éolienne E2 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 19 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS

Nom du parc éolien : Kerdrouallan

Point n°  
19Date  
12/09/2023Heure  
15:25Nom du découvreur  
Corentin GOISLOT

## Localisation

Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte

Latitude : 48,4273436

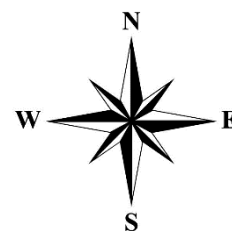
Longitude : -3,0211597

Numéro de l'éolienne la plus proche : E3

Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 20

Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NO

Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme



N° de photos : 20230912\_KERDROUALLAN\_E3\_C19

## Description et identification

Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 31,6mm | 5ème doigt = 40,5mm | 3ème doigt = 56,5mm

Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle adulte. Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.

Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune

## État de l'individu

Vivant (blessé) ☐Mort ☒Fragment ☐Blessure apparente ☐Sans blessure visible ☒

## État du cadavre

☒ Frais☐ Avancé☐ Décomposé☐ SecCause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :  
BarotraumatismeCOMMENTAIRES :  
RAS

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 19 – PHOTOS



Photographie 37 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 38 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 20 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS

Nom du parc éolien : Kerdrouallan

Point n°  
20Date  
12/09/2023Heure  
16:00Nom du découvreur  
Corentin GOISLOT

## Localisation

Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte

Latitude : 48,4272100

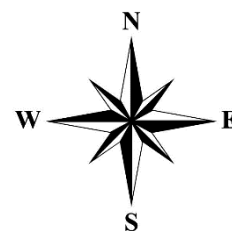
Longitude : -3,0212700

Numéro de l'éolienne la plus proche : E3

Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 22

Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : O

Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Labours



N° de photos : 20230912\_KERDROUALLAN\_E3\_C20

## Description et identification

Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 32mm | 5ème doigt = 42mm | 3ème doigt = 56mm

Particularités (couleur, forme quelconque) : Adulte. Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.

Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune

## État de l'individu

Vivant (blessé) ☐Mort ☒Fragment ☐Blessure apparente ☒Sans blessure visible ☐

## État du cadavre

☐ Frais☒ Avancé☐ Décomposé☐ Sec

Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :

Collision ou barotraumatisme

## COMMENTAIRES :

L'état avancé du cadavre n'a pas permis la détermination du sexe de l'individu

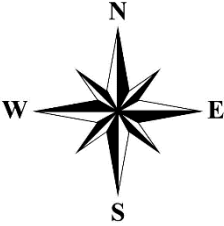
## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 20 – PHOTOS



Photographie 39 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 40 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 21 – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Kerdrouallan			
Point n° 21	Date 18/09/2023	Heure 13:30	Nom du découvreur Corentin GOISLOT
<p style="text-align: center;"><b>Localisation</b></p> <p>Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48,4255450</p> <p>Longitude : -3,0188583</p> <p>Numéro de l'éolienne la plus proche : E3</p> <p>Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 21</p> <p>Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NO</p> <p>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme</p> <div style="text-align: right;">  </div>			
N° de photos : 20230918_KERDROUALLAN_E3_O21			
<p style="text-align: center;"><b>Description et identification</b></p> <p>Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue</p> <p>Particularités (couleur, forme quelconque) : Plumée comprenant des plumes de couvertures noires.</p> <p>Identification (famille, espèce si possible) : Corvidés sp. (Corneille noire / Choucas des tours)</p>			
<p style="text-align: center;"><b>État de l'individu</b></p> <p style="text-align: center;">Vivant (blessé) <input type="checkbox"/>      Mort <input type="checkbox"/>      Fragment <input checked="" type="checkbox"/></p>			
<p style="text-align: center;"><b>État du cadavre</b></p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/>Frais      <input type="checkbox"/>Avancé      <input type="checkbox"/>Décomposé      <input checked="" type="checkbox"/>Sec</p>			
<p>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :</p> <p>Collision avec pale puis prédation probable</p> <p><b>COMMENTAIRES :</b></p> <p>Plumée comprenant des plumes de couvertures ; découvert lors de la vérification des leurres du deuxième test de persistance (J+6) ; HORS PROTOCOLE</p>			

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 21 – PHOTOS



*Photographie 41 : Plumée de Corvidé indéterminé retrouvée sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)*



*Photographie 42 : Plumée de Corvidé indéterminé retrouvée sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)*

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 22 – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS

Nom du parc éolien : Kerdrouallan

Point n°  
22Date  
28/09/2023Heure  
10:25Nom du découvreur  
Corentin GOISLOT

## Localisation

Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte

Latitude : 48,4276250

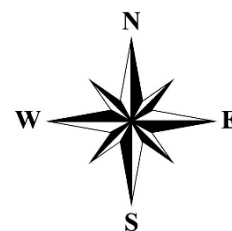
Longitude : -3,0210200

Numéro de l'éolienne la plus proche : E3

Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 45

Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : N

Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Labours



N° de photos : 20230928\_KERDROUALLAN\_E3\_C22

## Description et identification

Taille de la chauve-souris (aile déployées) : Avant-bras = 32,2mm | 5ème doigt = 42mm | 3ème doigt = 56mm

Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle adulte. Tragus courbé, à pointe arrondie. L'incisive 1 est bicuspidée et légèrement plus longue que l'incisive 2, la prémolaire 3 est peu visible, la canine 1 et la prémolaire 4 ne se touche pas.

Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune

## État de l'individu

Vivant (blessé) ☐Mort ☒Fragment ☐Blessure apparente ☒Sans blessure visible ☐

## État du cadavre

☒Frais☐Avancé☐Décomposé☐Sec

Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :

Collision ou barotraumatisme

## COMMENTAIRES :

Blessure à l'avant-bras gauche

## FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 22 – PHOTOS



Photographie 43 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)



Photographie 44 : Individu de Pipistrelle commune retrouvé sous l'éolienne E3 du parc éolien de Kerdrouallan (22)

## Annexe 9 : Fiche de déclaration d'incident faune volante de la mortalité massive du parc éolien de Kerdrouallan

# Fiche déclaration de mortalité

Données brutes et analyse d'une mortalité liée au fonctionnement d'un parc éolien

Historique des versions				
Indice	Nature de la version	Eléments transmis	Statut <sup>1</sup>	Date de transmission
1	Données brutes	§ 1 et 2 + plan	<input checked="" type="checkbox"/>	11.09.2023
2	Analyse et mesures correctives	§ 3 à 7	<input checked="" type="checkbox"/>	11.10.2023
3	Consolidation ultérieure	Facultatif	<input type="checkbox"/>	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

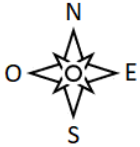
## 1. Informations administratives

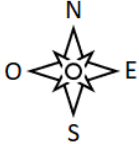

Date de renseignement de la fiche	08.09.2023
Coordonnées de l'exploitant ICPE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nom du parc tel que mentionné sur les arrêtés d'autorisation : Saint-Gildas</li> <li>N°ICPE OREOL : 0005517945</li> </ul>
Gestion technique	Julien Leon P&T Technologie +33 (0)6 26 48 02 16
Localisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Commune(s) : Saint-Gildas</li> <li>Département(s) : 22</li> </ul>

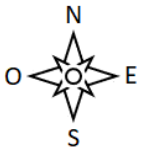
## 2. Données brutes


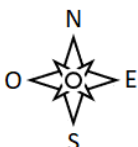
Date de découverte de l'individu	06.09.2023
Contexte de la découverte	Le ou les individus ont été découverts : <input checked="" type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental <input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Qualité de la personne ayant découvert	Qualité : <input type="checkbox"/> Promeneur / Riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant (exploitant, maintenancier, paysagiste...) <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'étude environnemental

<sup>1</sup> Cocher la case dès que l'étape est réalisée

	<input type="checkbox"/> Autre, préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Nom de la société le cas échéant : ENCIS Environnement
Informations sur l'individu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 6</li> <li>Type d'espèce identifiée : <input type="checkbox"/> Avifaune <input checked="" type="checkbox"/> Chiroptère</li> <li>Espèce présumée :  Nom commun : Pipistrelle commune  Nom scientifique : <i>Pipistrellus pipistrellus</i>  Liste rouge nationale : NT : Quasi menacée  Liste locale ou régionale établie selon la méthodologie UICN : LC : Préoccupation mineure</li> </ul>
Contexte de la découverte de l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) et identifiant OREOL : E1</li> <li>Estimation de la distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 11 m  <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : S  <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>Estimation de la date de la mort de l'individu : découverts le 06.09.2023. Date de mortalité estimée entre 2 et 3 jours.  <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> </ul> 
Informations particulières relatives à l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etat de l'individu découvert :  <input type="checkbox"/> Vivant (blessé)  <input checked="" type="checkbox"/> Mort sans blessure visible  <input type="checkbox"/> Mort avec blessure visible  <input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s)  <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>Si individu mort, état du cadavre découvert :  <input type="checkbox"/> Frais  <input checked="" type="checkbox"/> Avancé  <input type="checkbox"/> Décomposé  <input type="checkbox"/> Sec  <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé</li> <li>N° bague : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.  <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> </ul>

<p><b>Contexte de la découverte de l'individu n°2</b> Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) et identifiant OREOL : E1</li> <li>• Estimation de la distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 22 m <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>• Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : S <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>• Estimation de la date de la mort de l'individu : découverts le 06.09.2023. Date de mortalité estimée entre 1 et 2 jours. <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> </ul> 
<p><b>Informations particulières relatives à l'individu n°2</b> Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etat de l'individu découvert : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort sans blessure visible <input type="checkbox"/> Mort avec blessure visible <input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s) <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>• Si individu mort, état du cadavre découvert : <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>• Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé</li> <li>• N° bague : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> </ul>
<p><b>Contexte de la découverte de l'individu n°3</b> Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) et identifiant OREOL : E2</li> <li>• Estimation de la distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 48 m <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>• Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : SO <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>• Estimation de la date de la mort de l'individu : découverts le 06.09.2023. Date de mortalité estimée entre 1 et 2 jours. <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> </ul> 

<p><b>Informations particulières relatives à l'individu n°3</b>  <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etat de l'individu découvert : <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Vivant (blessé)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Mort sans blessure visible</li> <li><input type="checkbox"/> Mort avec blessure visible</li> <li><input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s)</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> <li>Si individu mort, état du cadavre découvert : <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Frais</li> <li><input type="checkbox"/> Avancé</li> <li><input type="checkbox"/> Décomposé</li> <li><input type="checkbox"/> Sec</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> <li>Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé</li> <li>N° bague : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul>
<p><b>Contexte de la découverte de l'individu n°4</b>  <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) et identifiant OREOL : E3</li> <li>Estimation de la distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 24 m <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> <li>Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : NO <div data-bbox="1257 1176 1401 1332" style="text-align: right;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> <li>Estimation de la date de la mort de l'individu : découverts le 06.09.2023. Date de mortalité estimée entre 1 et 2 jours.</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul>
<p><b>Informations particulières relatives à l'individu n°4</b>  <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etat de l'individu découvert : <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Vivant (blessé)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Mort sans blessure visible</li> <li><input type="checkbox"/> Mort avec blessure visible</li> <li><input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s)</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> <li>Si individu mort, état du cadavre découvert : <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Frais</li> <li><input type="checkbox"/> Avancé</li> <li><input type="checkbox"/> Décomposé</li> <li><input type="checkbox"/> Sec</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé</li> <li>• N° bague : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> </ul>
<b>Contexte de la découverte de l'individu n°5</b> <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) et identifiant OREOL : E3</li> <li>• Estimation de la distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 22 m <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>• Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : SO <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>• Estimation de la date de la mort de l'individu : découverts le 06.09.2023. Date de mortalité estimée entre 1 et 2 jours. <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> </ul> 
<b>Informations particulières relatives à l'individu n°5</b> <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etat de l'individu découvert :  <input type="checkbox"/> Vivant (blessé)  <input checked="" type="checkbox"/> Mort sans blessure visible  <input type="checkbox"/> Mort avec blessure visible  <input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s)  <input type="checkbox"/> Information non disponible </li> <li>• Si individu mort, état du cadavre découvert :  <input checked="" type="checkbox"/> Frais  <input type="checkbox"/> Avancé  <input type="checkbox"/> Décomposé  <input type="checkbox"/> Sec  <input type="checkbox"/> Information non disponible </li> <li>• Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé</li> <li>• N° bague : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> </ul>
<b>Contexte de la découverte de l'individu n°6</b> <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) et identifiant OREOL : E4</li> <li>• Estimation de la distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 36 m <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> <li>• Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : NO <input type="checkbox"/> Information non disponible</li> </ul> 

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimation de la date de la mort de l'individu : découverts le 06.09.2023. Date de mortalité estimée entre 1 et 2 jours.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul>
<b>Informations particulières relatives à l'individu n°6</b> <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etat de l'individu découvert : <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Vivant (blessé)</li> <li><input type="checkbox"/> Mort sans blessure visible</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Mort avec blessure visible</li> <li><input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s)</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> <li>• Si individu mort, état du cadavre découvert : <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Frais</li> <li><input type="checkbox"/> Avancé</li> <li><input type="checkbox"/> Décomposé</li> <li><input type="checkbox"/> Sec</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> <li>• Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé</li> <li>• N° bague : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul>
<b>Informations sur l'individu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1</li> <li>• Type d'espèce identifiée : <input type="checkbox"/> Avifaune <input checked="" type="checkbox"/> Chiroptère</li> <li>• Espèce présumée : <ul style="list-style-type: none"> <li>Nom commun : Pipistrelle de Nathusius</li> <li>Nom scientifique : <i>Pipistrellus nathusii</i></li> <li>Liste rouge nationale : NT : Quasi menacée</li> <li>Liste locale ou régionale établie selon la méthodologie UICN : LC : Quasi menacée</li> </ul> </li> </ul>
<b>Contexte de la découverte de l'individu n°7</b> <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) et identifiant OREOL : E3</li> <li>• Estimation de la distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 50 m <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> <li>• Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : NO <div data-bbox="1257 1742 1394 1890" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> <li>• Estimation de la date de la mort de l'individu : découverts le 06.09.2023. Date de mortalité estimée entre 1 et 2 jours.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul>

<b>Informations particulières relatives à l'individu n°7</b> <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etat de l'individu découvert : <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Vivant (blessé)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Mort sans blessure visible</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Mort avec blessure visible</li> <li><input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s)</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> <li>• Si individu mort, état du cadavre découvert : <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Frais</li> <li><input type="checkbox"/> Avancé</li> <li><input type="checkbox"/> Décomposé</li> <li><input type="checkbox"/> Sec</li> <li><input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul> </li> <li>• Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé</li> <li>• N° bague : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.  <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></li> </ul>
---	--

### 3. Analyse

<b>Etat initial de l'étude d'impact</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'espèce était-elle identifiée dans l'état initial de l'étude d'impact ? <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non  Si oui, préciser : « Sur le site, l'inventaire réalisé par la SEPNEB sur la durée d'un cycle annuel (2007), a permis d'identifier [...] la Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>) » (Cf. étude d'impact).</li> <li>• L'espèce faisait-elle l'objet de mesures ERC ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non</li> <li>• Si oui, les détailler : « A l'issue de ces observations, on peut considérer que le site ne présente pas de réelle sensibilité vis-à-vis des chiroptères. Une attention sera tout de même portée en proximité des boisements et des haies de chênes matures présentes en bordure de chemin d'exploitation. [...] Afin de limiter les risques de collisions, les éoliennes sont implantées à distance des boisements et haies de bonne qualité. Seule l'éolienne 1 est plus proche des boisements et de haies. » (Cf ; étude d'impact).</li> </ul>
<b>Fonctionnement de l'éolienne impliquée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'éolienne fait-elle l'objet d'une mesure de <u>régulation statique</u> en lien avec l'individu découvert ?  <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non  Si oui, préciser le type de mesure et sa programmation :  Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.  La régulation était-elle programmée pour fonctionner au moment de la mortalité ?  <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i>  La régulation était-elle effectivement en fonctionnement ?</li> </ul>

	<p> <input type="checkbox"/> Oui  <input type="checkbox"/> Non → Décrire le dysfonctionnement :  <i>Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</i>  <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i>            La programmation de la mesure de régulation était-elle adaptée ?  <input type="checkbox"/> Oui  <input type="checkbox"/> Non → Préciser les mesures correctives et améliorations possibles en parties 5 &amp; 6         </p> <p>           • L'éolienne fait elle l'objet d'une <u>régulation dynamique</u> avec présence d'un Système de Détection Automatisé (SDA) <u>en lien avec l'individu découvert</u> ?  <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non            Si oui, préciser le type de dispositif et les modalités de paramétrage pour l'espèce concernée : <i>Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</i>            Le système était-il programmé pour fonctionner au moment de la mortalité ?  <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i>            Le système était-il effectivement en état de marche ?  <input type="checkbox"/> Oui  <input type="checkbox"/> Non → Décrire le dysfonctionnement :  <i>Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</i>  <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i>            La programmation du système était-elle adaptée ?  <input type="checkbox"/> Oui  <input type="checkbox"/> Non → Préciser les mesures correctives et améliorations possibles en parties 5 &amp; 6         </p>
<p><b>Contexte de la mortalité,</b> <i>lorsque celle-ci peut être déterminé</i></p>	<p>           • Contexte :  <input type="checkbox"/> Travaux agricoles récents  <input checked="" type="checkbox"/> Période de migration de l'espèce  <input checked="" type="checkbox"/> Individu ou couple cantonné connu à proximité  <input type="checkbox"/> Indéterminé  <input type="checkbox"/> Autre ? <i>Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</i> </p> <p>           • Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme (individus 1, 2 et 4), chemin (individus 3), chaumes de blé (individus 5 et 6)         </p> <p>           • Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette blessure / mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : Températures élevées des nuits qui précèdent la découverte des cadavres         </p> <p>           • Hypothèse(s) avancée(s) :  <input checked="" type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage  <input checked="" type="checkbox"/> Migrateur         </p>

	<input checked="" type="checkbox"/> Nicheur potentiel <input type="checkbox"/> Hivernant <input type="checkbox"/> Autre hypothèse, préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Causes probables de la mortalité	<input checked="" type="checkbox"/> Collision <input checked="" type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de la mortalité ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Causes profondes de la mortalité	<i>Hypothèses qui seront analysées dans le rapport final de suivi : La Pipistrelle commune est une espèce très sensible à l'éolien. La découverte des six individus a été constatée juste après la période théorique de mise-bas / élevage des jeunes, pendant les transits automnaux / swarming. Une colonie doit être présente à proximité du parc. Les températures élevées des nuits qui ont précédées la découverte des cadavres ont pu entraîner une activité plus élevée des chiroptères autour des éoliennes. La proximité immédiate des machines avec des haies et bosquets, dans un environnement semi-ouvert, rendent le risque de collision très élevé par son attractivité comme zone de chasse. Cinq individus sont probablement morts par barotraumatisme (aucune blessure visible) et un par collision (fracture du coude droit).</i>

#### 4. Autres commentaires

Lors du suivi réalisé en 2016, 15 chauves-souris avaient été découvertes (5 sous E1, 1 sous E2, 7 sous E3 et 2 sous E4), aucune mesure n'a été mise en place : « La mortalité enregistrée n'est pas anodine, elle ne concerne toutefois pas des effectifs susceptibles de remettre en cause les populations locales, d'autant plus que les espèces identifiées restent communes à l'échelle du département des Côtes d'Armor. Les impacts résiduels du parc éolien sur les chauves-souris sont donc limités. » (Cf. Rapport du bureau d'études AEPE-Gingko « Suivi de la mortalité avifaune et chiroptères du parc éolien de Kerdrouallan – Année 2016 » ).

Lors de la découverte des six Pipistrelles communes le 06/09/2023, environ 50% de la surface théorique a pu être prospectée (voir carte 1 ci-dessous).

A noter qu'une Pipistrelle commune avait déjà été découverte deux semaines avant (24/08/2023) sous E1. Une Pipistrelle de Nathusius a été découverte sous E3 le même jour que les six Pipistrelles communes (06/09/2023). Quatre autres Pipistrelles communes ont été retrouvées la semaine suivante (12/09/2023) : une sous E1, une sous E2 (vivante) et deux sous E3.

## 5. Mesures et actions correctives proposées par l'exploitant, le cas échéant

Un suivi environnemental est actuellement en cours sur le parc éolien de Saint-Gildas. L'analyse des résultats du suivi de mortalité et des données d'écoute en hauteur de l'activité chiroptérologique permettra d'évaluer l'impact du parc et de proposer des mesures réductrices correctives proportionnées et adaptées au site, sur base de l'analyse croisée des données d'activité et des données météorologiques enregistrées sur E3.

Dans l'attente des résultats de ce suivi environnemental, un bridage sur seuils provisoire sera appliqué sur les éoliennes E1 et E3 jusqu'au 31/10/2023 selon les paramètres suivants :

- Toute la nuit ;
- Pour des vitesses de vent inférieures à 5 m/s ;
- Pour des températures supérieures à 12°C.

Une demande a été envoyée le 28/09/2023 au turbinier ENERCON afin d'appliquer ce plan de bridage au plus vite sur les éoliennes concernées et le bridage a été effectif dès le 29/09.

## 6. Enseignements tirés / améliorations réalisées ou envisagées

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

## 7. Éléments complémentaires transmis

Joindre à cette fiche tout élément complémentaire utile à la compréhension et à l'analyse de la mortalité, notamment :

- ☒ Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site, avec si possible une croix estimant le lieu de découverte à titre indicatif<sup>2</sup>
- ☒ Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*
- ☐ Suivis environnementaux et éléments pertinents de l'étude d'impact, *sauf si déjà transmis*
- ☐ Radiographie, *si réalisée*
- ☐ Rapport d'autopsie, *si réalisée*
- ☐ Analyse toxicologique, *si réalisée*
- ☐ Autre, à préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

---

<sup>2</sup> A transmettre dès la V1 de la présente fiche

# Localisation des cadavres retrouvés par éolienne



**Parc éolien**  
 Éolienne

Quadrat de prospection  
 Surface non prospectable

**Localisation des cadavres**  
 24/08/2023

06/09/2023  
 12/09/2023

Réalisation : ENCIS Environnement

Fond de carte : Orthophotographie IGN

Carte 1 : Localisation des chiroptères retrouvés et surface prospectée le 06 septembre 2023



*Individu n°1 (E1)*



*Individu n°2 (E1)*



*Individu n°3 (E2)*





*Individu n°4 (E3)*



*Individu n°5 (E3)*



*Individu n°6 (E4)*

