

Février 2024

# Suivi Environnemental ICPE

PARC ÉOLIEN DE LA FERRIERE

COMMUNE DE LA FERRIERE (22)

SUIVI DE L'ANNEE 1 D'EXPLOITATION (2023)

## Maître d'ouvrage

CEE Parc éolien La Ferrière SAS  
Val d'Orson  
Rue du Pré Long  
35 770 Vern-sur-Seiche

## 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 des suivis suivants :

- 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 CEE Parc éolien La Ferrière SAS pour réaliser ce suivi environnemental ICPE en 2023.

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

## SOMMAIRE

<b>1 Cadre général de l'étude .....</b>	<b>5</b>
1.1 Maître d'ouvrage – exploitant .....	7
1.2 Auteurs de l'étude .....	7
1.3 Présentation du parc éolien étudié .....	8
1.4 Cadre réglementaire de l'étude de suivi environnemental pour les projets éoliens	
10	
1.5 Les impacts potentiels d'un parc éolien en fonctionnement sur le milieu naturel	
11	
1.5.1 Avifaune .....	11
1.5.2 Chiroptères .....	17
<b>2 Méthodes utilisées .....</b>	<b>33</b>
2.1 Méthodologie et démarche générale .....	35
2.2 Suivi d'activité des chiroptères .....	37
2.2.1 Objectif et paramètres à prendre en compte .....	37
2.2.2 Méthodologie et pression d'inventaire .....	37
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 .....	42
2.3.1 Détermination du statut biologique .....	44
2.3.2 Méthodes d'estimation de la mortalité .....	45
2.4 Calendrier des inventaires .....	51
2.5 Limites des méthodes utilisées et difficultés rencontrées .....	52
2.5.1 Limites des méthodes employées .....	52
2.5.2 Difficultés rencontrées .....	53
<b>3 Résultats et analyse du suivi d'activité des chiroptères .....</b>	<b>55</b>
3.1 Bilan des connaissances de l'étude d'impact .....	57
3.2 Suivi de l'activité des chiroptères en 2024 .....	58
3.2.1 Suivi d'activité des chiroptères en nacelle .....	58
3.2.2 Synthèse du suivi d'activité 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
3.4 Principaux éléments à retenir du suivi ICPE .....	69
<b>4 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 .....	73
4.1.1 Durée moyenne de l'intervalle .....	73
4.1.2 Efficacité du chercheur .....	73
4.1.3 Persistance des cadavres .....	73
4.1.1 Surfaces prospectées et correction surfacique .....	74
4.2 Mortalité de l'avifaune .....	75
4.2.1 Bilan des connaissances sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien .....	75
4.2.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact .....	78
4.2.3 Résultats globaux du suivi de l'avifaune en 2023 .....	78
4.2.4 Résultats saisonniers .....	81
4.2.5 Résultats spatialisés par éolienne .....	82
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 Synthèse .....	87
<b>4.3 Mortalité des chiroptères .....</b>	<b>88</b>
4.3.1 Bilan des connaissances sur la mortalité des chiroptères liée à l'éolien .....	88
4.3.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact.....	94
4.3.3 Résultats globaux du suivi des chiroptères en 2023 .....	94
4.3.4 Résultats saisonniers .....	97
4.3.5 Résultats spatialisés par éolienne .....	98
4.3.6 Causes potentielles de la mortalité engendrée sur le parc éolien .....	101
4.3.7 Incidences spécifiques du parc éolien sur les chiroptères .....	103
4.3.8 Synthèse .....	104
<b>5 Mesures correctrices.....</b>	<b>107</b>
<b>5.1 Mesures correctrices proposées pour réduire l'incidence sur les chiroptères</b>	<b>109</b>
5.1.1 Programmation préventive .....	109
<b>5.2 Mesures correctrices proposées pour réduire l'incidence sur avifaune .....</b>	<b>116</b>
<b>Table des illustrations .....</b>	<b>117</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>120</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>130</b>

# 1 Cadre général de l'étude



## 1.1 Maître d'ouvrage – exploitant

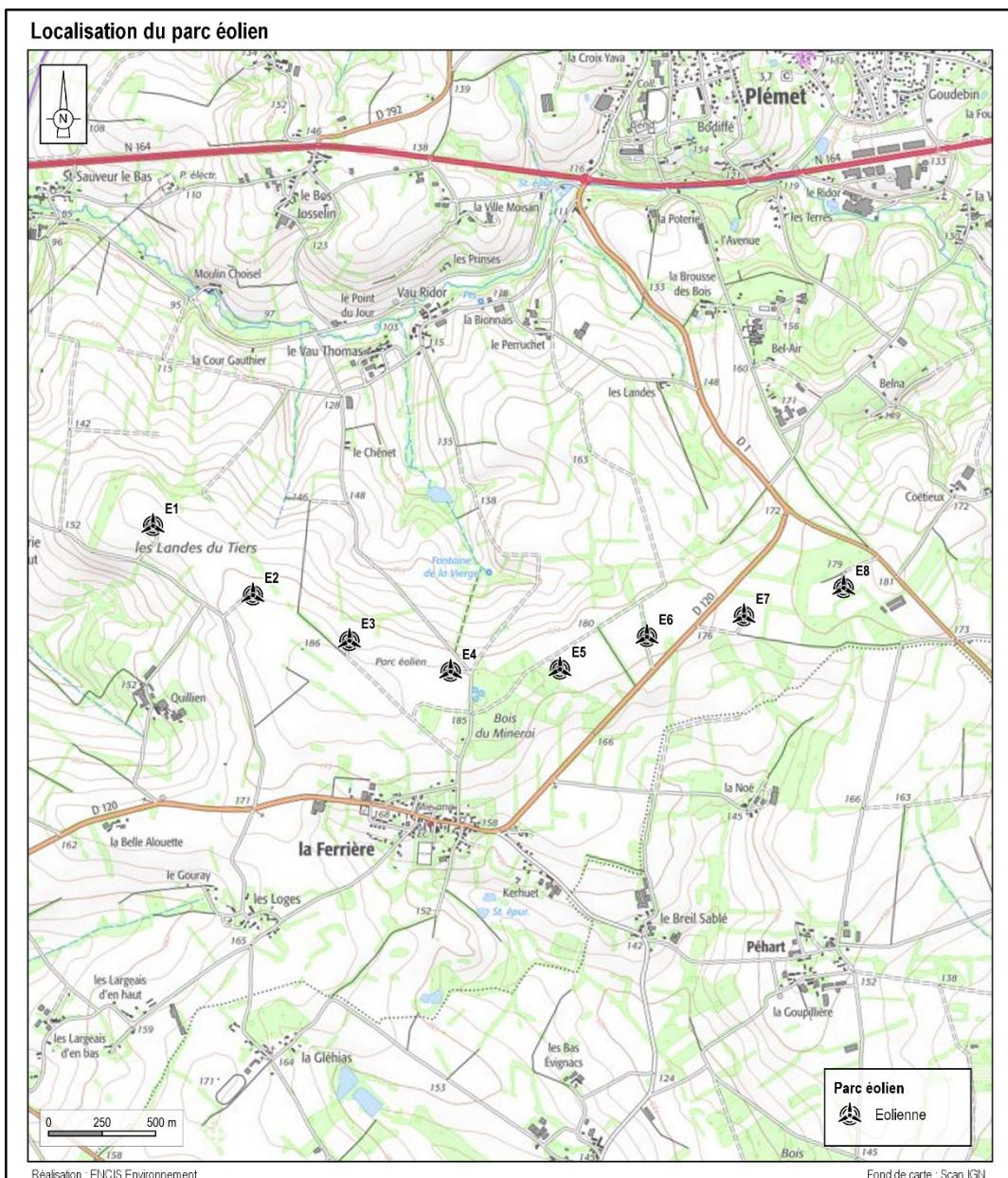
<b>Destinataire</b>	Parc éolien La Ferrière SAS
<b>Adresse</b>	Val d'Orson Rue du Pré Long 35770 VER N-SUR-SEICHE
<b>Téléphone</b>	T +49 511 336 538 80 M +49 170 101 232 8

## 1.2 Auteurs de l'étude

<b>Structure</b>	
<b>Adresse</b>	90 rue Buck Clayton 87000 LIMOGES
<b>Téléphone</b>	05 55 36 28 39
<b>Suivi de l'activité des chiroptères</b>	GIRARD Thomas, Responsable d'études - Chiroptérologue
<b>Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères</b>	VIBERT Laëtitia, Technicienne d'études - Écologue
<b>Correction</b>	LAGARDE Nicolas, Responsable d'études, Développement technique et qualité Écologue, spécialisé en ornithologie
<b>Validation</b>	FOUQUET Romain, Responsable d'Agence Écologue, spécialisé en botanique, faune terrestre
<b>Version / date</b>	Février 2024

### 1.3 Présentation du parc éolien étudié

Le parc éolien se situe sur la commune de la Ferrière dans le département des Côtes-d'Armor et se compose de sept éoliennes de type N117 et d'une éolienne de type N100 (éolienne E6), de 158,5 m en bout de pale, et d'une puissance nominale de 2,4 MWh.



Implantées dans un secteur à forte dominante agricole, les huit éoliennes et leurs plateformes se situent majoritairement dans des parcelles cultivées selon une rotation céréalière classique (maïs, blé) ou de prairie de fauche (carte suivante).



Carte 2 : Localisation du parc éolien de La Ferrière sur photographie aérienne

## 1.4 Cadre règlementaire 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.

## 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 (Hötker *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 semblent 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 migrateurs**

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 petite et moyenne envergure, Hötker *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 petite et moyenne envergure 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 Hötker *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 (Hötker *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 héronnière 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).

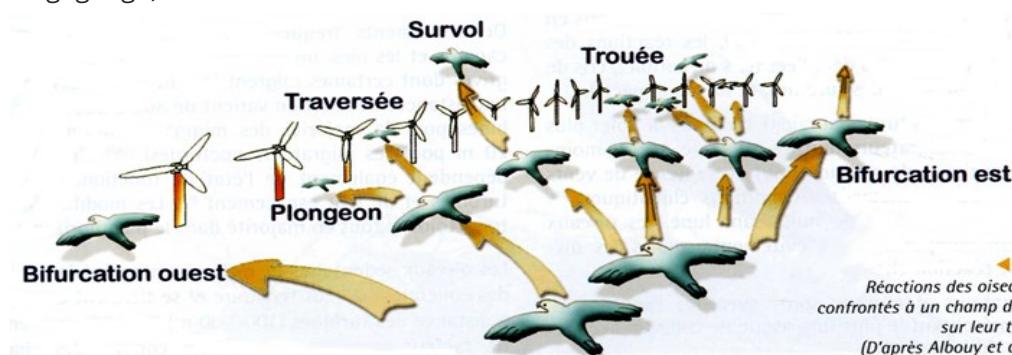
**Compte-tenu des résultats décrits précédemment, et notamment des variations intra-spécifiques importantes, il est difficile de généraliser le phénomène d'accoutumance. Par ailleurs, il faut souligner que cette habituation se fait au prix d'un risque accru de collision avec les éoliennes (Gaultier *et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

#### 1.5.1.2 Effet barrière et contournement

L'effet barrière correspond à des réactions de contournement des éoliennes lors du vols des oiseaux. Les parcs éoliens peuvent représenter une barrière aussi bien pour les oiseaux en migration active que pour les oiseaux en transit quotidien 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-tour, 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 5  
Réactions des oiseaux en vol  
confrontés à un champ d'éoliennes  
sur leur trajectoire.  
(D'après Albouy *et al.*, 2001 \*)

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 les 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, Hötker *et al.*, (2006),

indiquent un effet barrière chez les oies, les rapaces et les passereaux (hors Étourneau 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 larinés (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., Hötker *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 (Tadorne 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, Hötker *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 masts (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 migrants. 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 taille suffisante pour laisser des échappatoires aux migrants. 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 migrants 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, buse, Faucon crécerelle, busards, martinets, hirondelles, etc.).

Les rapaces, les laridés et les passereaux migrants 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 que 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.

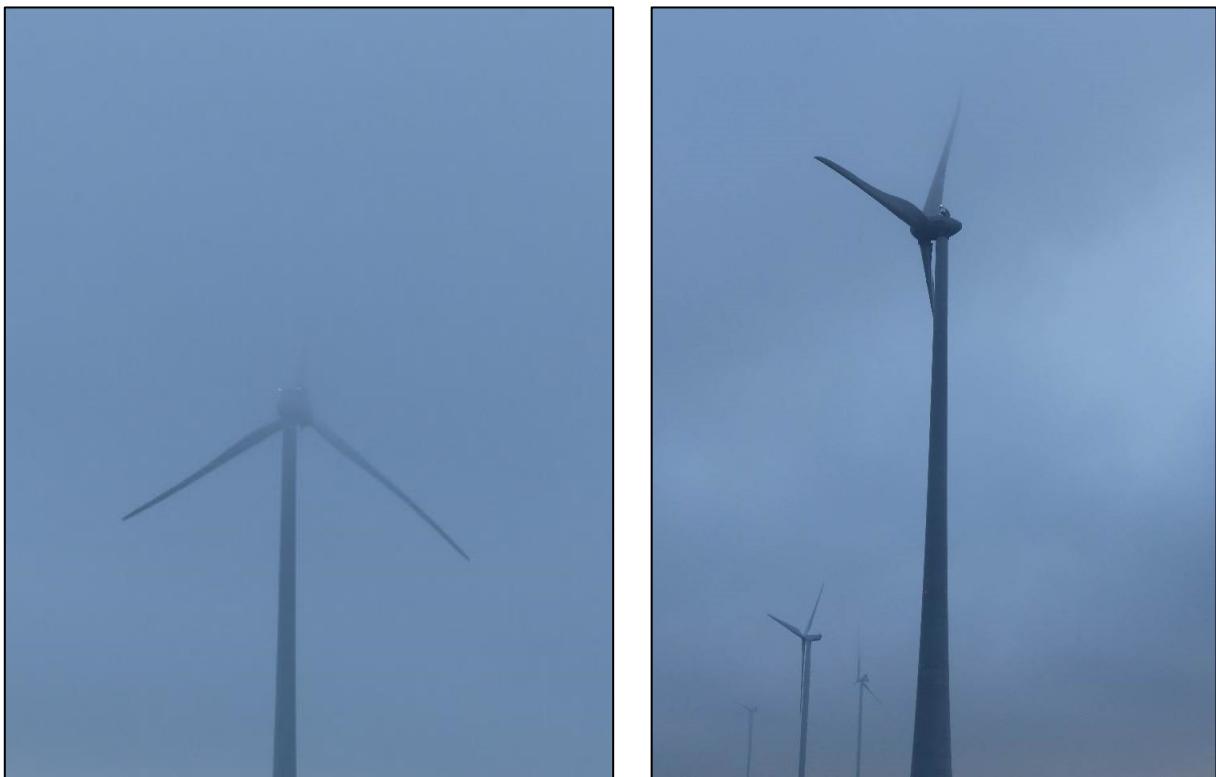


Photo 1 : Exemple de situation à risque : brouillard en hauteur masquant tout ou partie des pales. ©Encis Environnement

## 1.5.2 Chiroptères

### 1.5.2.1 Généralités

#### *Notion et tendances 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 à la diminution entre 2006 et 2018 (Bas *et al.*, 2020).

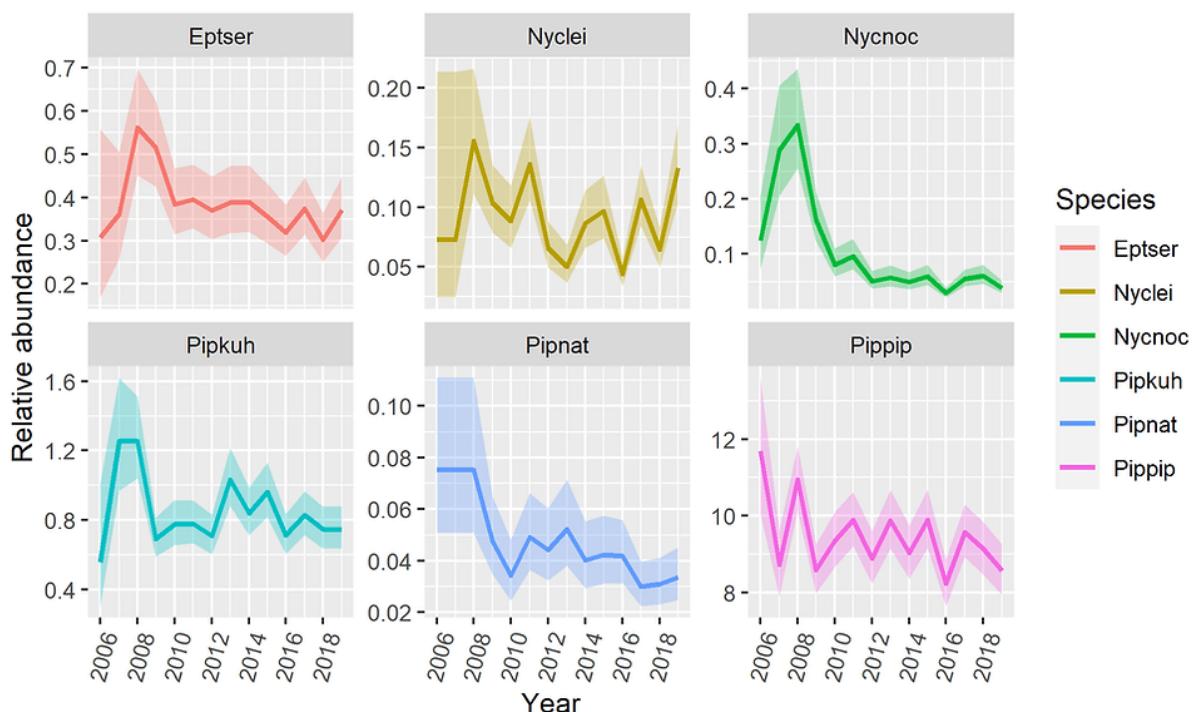


Figure 2 : Tendances des populations pour six espèces de chauves-souris en France entre 2006 et 2018 (Bas *et al.*, 2020)

## **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, mixtes 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 ; Averback *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 relèvent 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 marqué de mai à juillet que chez les migrateurs (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 au risque 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 oreillardes sp (Roemer *et al.*, 2017 ; Roekele *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.

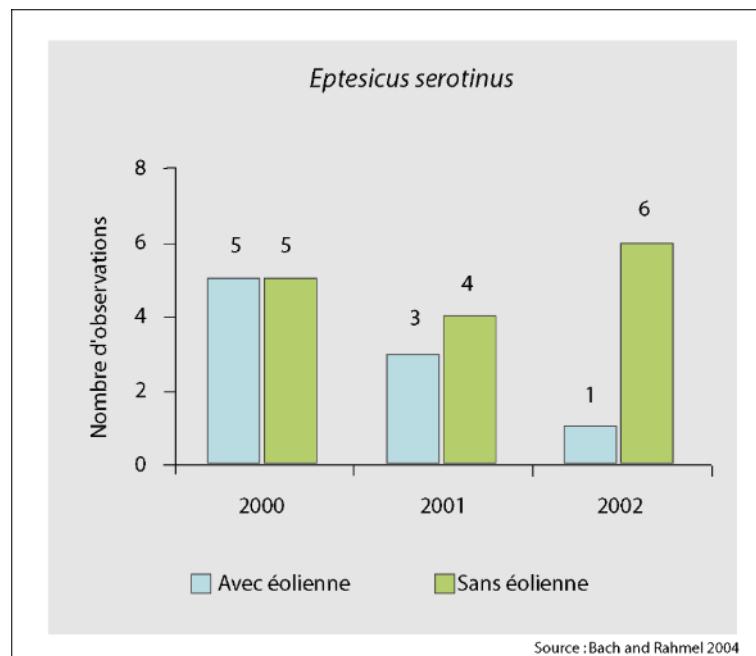


Figure 3 : Diminution de l'activité de la Sérotine commune sur le parc éolien de Midlum (Bach & Rahmel 2004)

#### 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 ; Furmarkiewicz & 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 au dérangement 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 ; Roekele *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 sublétale (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'entrainer 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 collisions sublétale 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., oreillardes sp., rhinolophes sp.).** Ces espèces présentent un risque de collision avec les éoliennes assez faible (Dürr 2021).

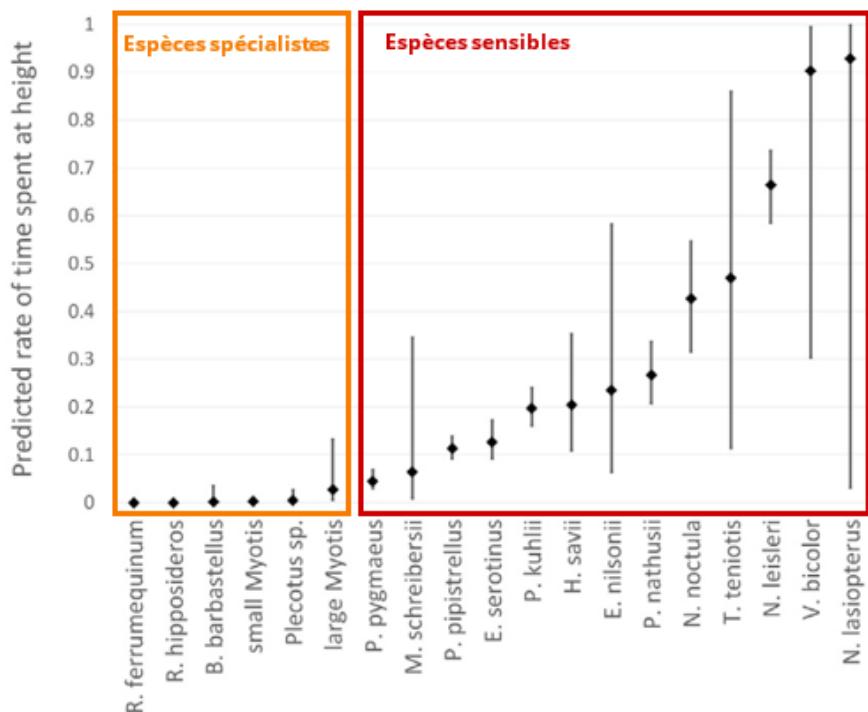


Figure 4 : Ration du temps passé en hauteur pour chaque espèce de chiroptères (Adapté de Roemer *et al.*, 2017).

## 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.

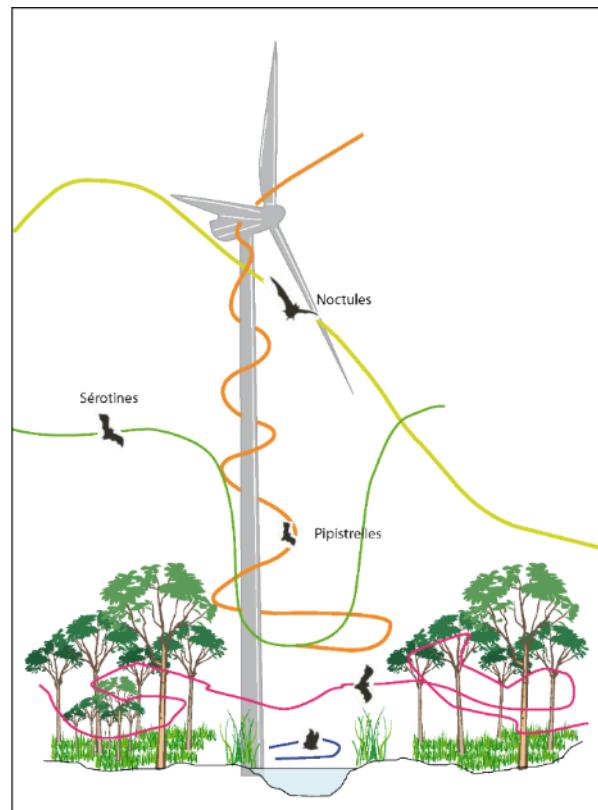


Figure 5 : Représentation schématique des comportements de vols de chauves-souris à proximité d'une éolienne

## 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, ont également été relevés 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 inexistant 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 mesuré 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 États-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 noctules. La Pipistrelle de Natusius, 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).

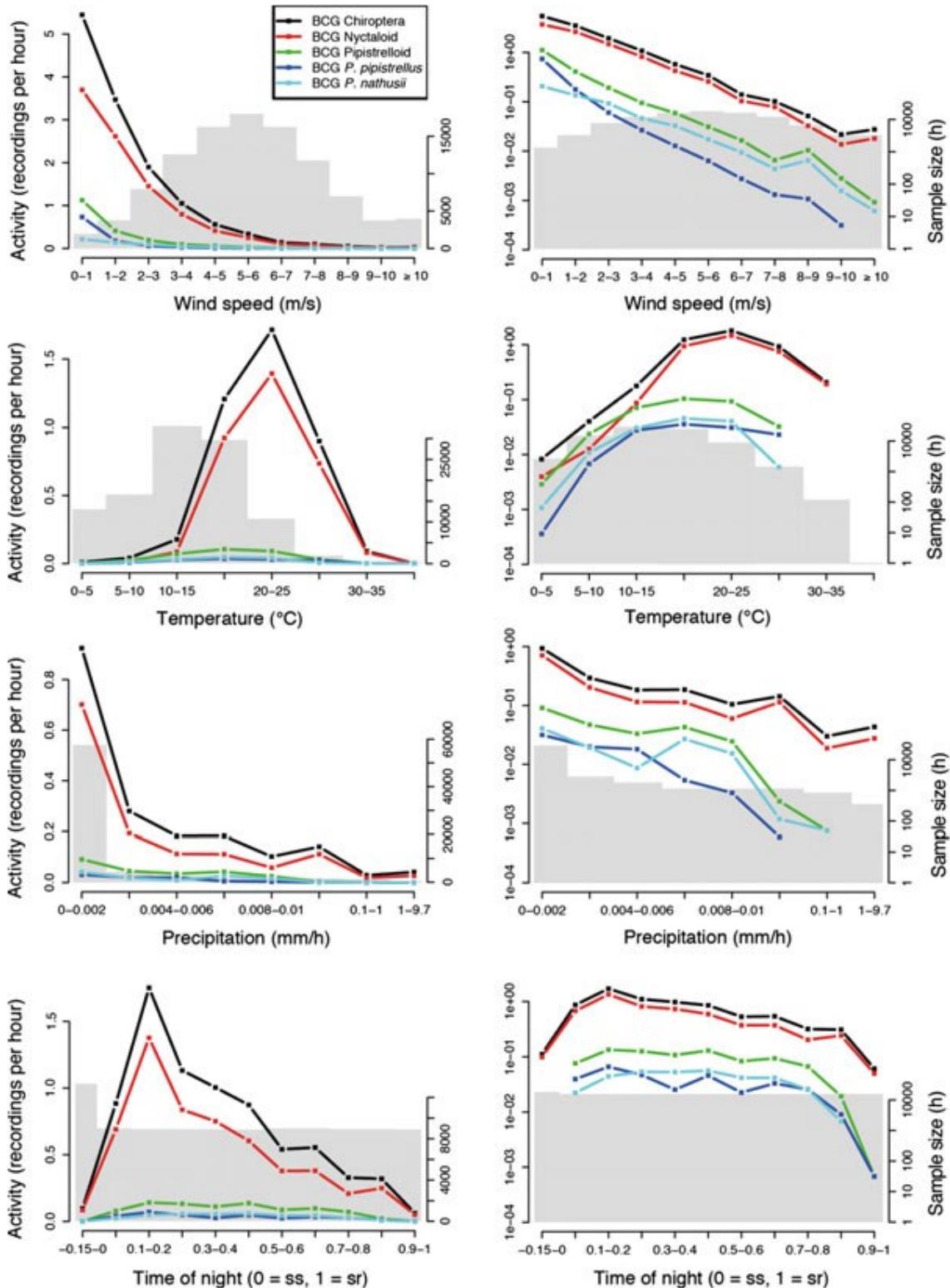


Figure 6 : Effet de différents paramètres sur l'activité des chiroptères mesurée en nacelle d'éolienne (sur 69 éoliennes dans 35 sites dans 5 différentes régions naturelles en Allemagne en 2008) (Behr et al., 2017)

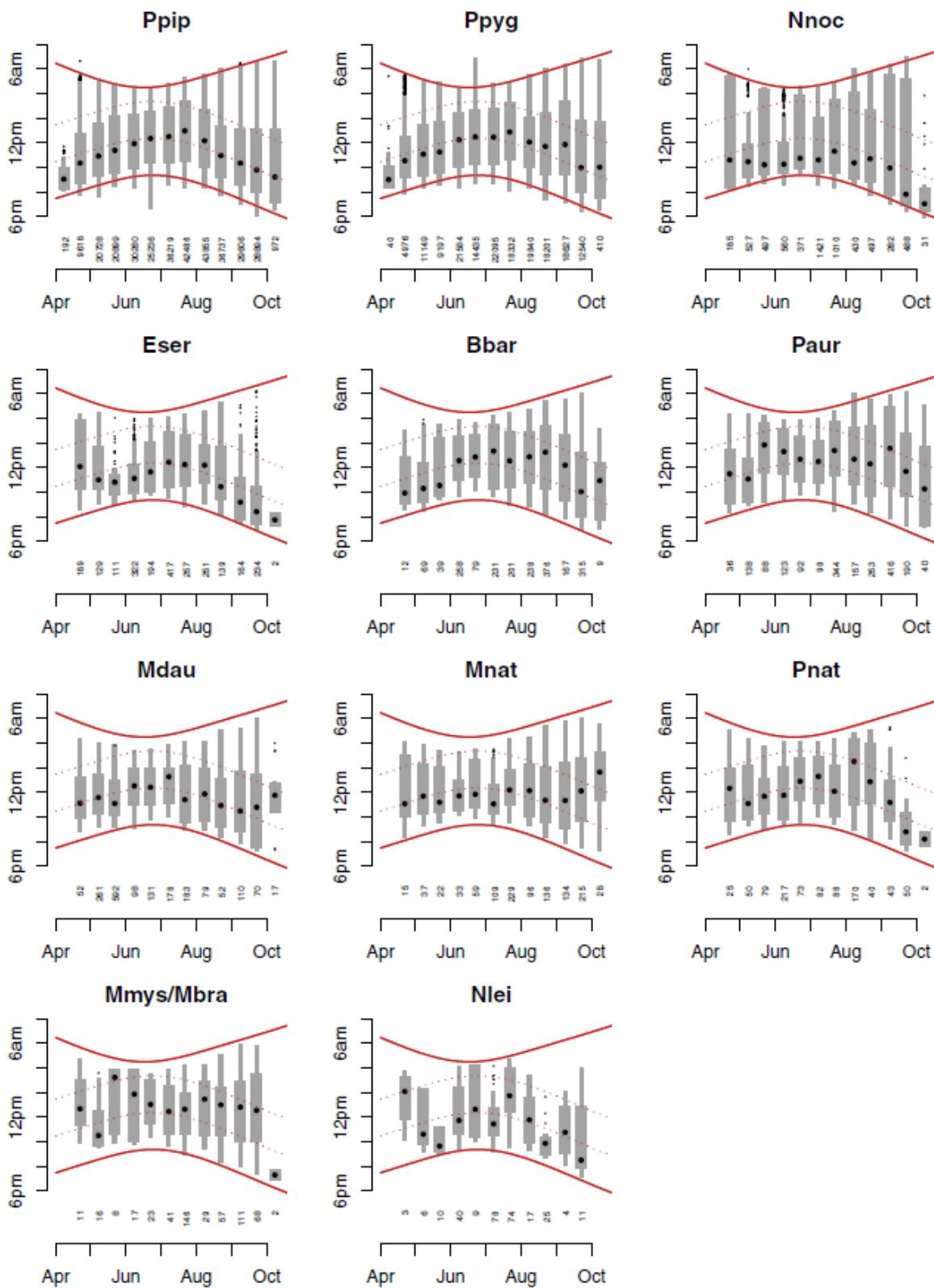


Figure 7 : Modèles d'activité nocturne de plusieurs espèces de chiroptères tout au long de la saison par rapport au coucher du soleil (Newsom et al., 2015)

## Le type d'habitats

Les habitats présents au niveau des aménagements des parcs éoliens et dans les secteurs environnents 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'habitat, 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 mortalités 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 leur qualité 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 la canopée 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 mortalité (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).

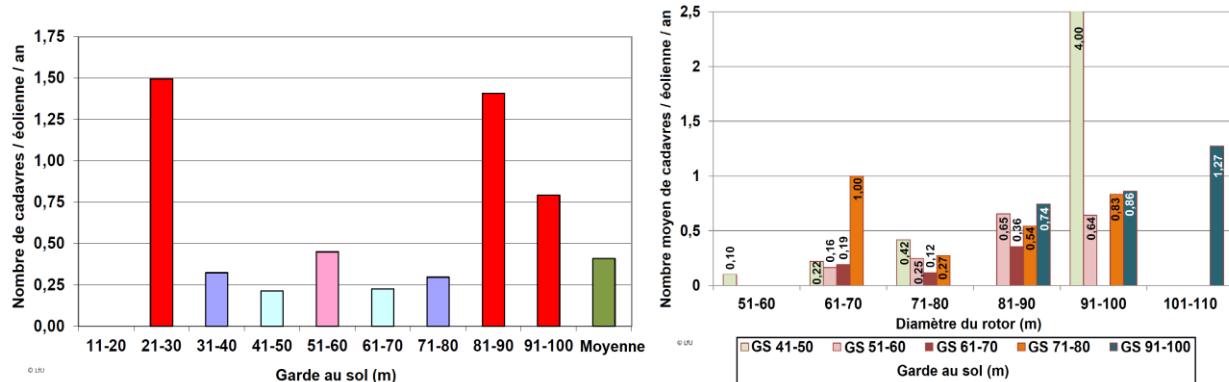


Figure 8 : Nombre de cas de mortalité de chauves-souris par éolienne et par an en fonction de la garde au sol et du diamètre de rotor (Traduit de Dürr 2019, SFEPM 2020)

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 nocturnes actifs autour des éoliennes, ou des 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'attraction 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'approche 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 semble 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 déclins 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 10000 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.

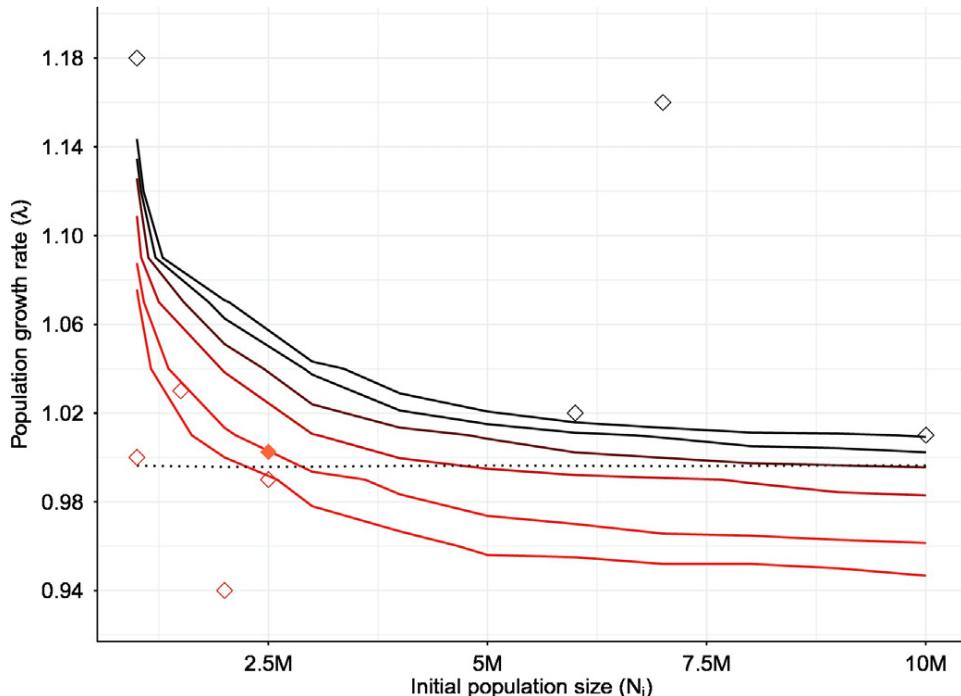


Figure 9 : Contours isolignes des déclins de population projetés après 50 ans de croissance simulés avec une mortalité proportionnelle des chauves-souris cendrées causés par les éoliennes selon des combinaisons de tailles de population initiales possibles ( $N_i$ ) et de taux de croissance de population ( $\lambda$ ) (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 règlementaires, 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 IUCN 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 La Ferrière (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.

Par ailleurs, le parc éolien de La Ferrière a fait l'objet d'un suivi de l'activité chiroptérologique en 2018. Ainsi, les données collectées cette année pourront être comparées aux données de ce précédent suivi.

***Le présent rapport comprend les résultats de ces suivis pour l'année 2023. Les résultats du suivi de l'activité chiroptérologique en nacelle seront mis en comparaison avec les résultats du précédent suivi, et donneront lieu, si besoin en est, de préconisations en termes de mesures de bridages potentielles.***

## 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 Ferrière, un suivi automatique en nacelle a été réalisé **entre les semaines 20 et 43 de 2023**.

*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'étude utilisé

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.

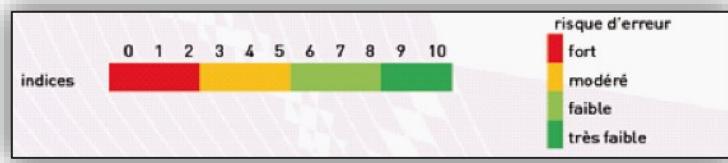


Figure 11 : Indices de confiance établis par SonoChiro® et risques d'erreurs associés

#### 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 trop forte proportion de parasites 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 Estimation de l'activité et de la diversité chiroptérologique

La quantification de l'activité et de la diversité chiroptérologique est basée sur des échelles d'activité mises en place par ENCIS Environnement. Afin de rester en adéquation avec les échelles d'activité déjà existantes sur d'autres protocoles acoustiques au niveau national, notamment Bas *et al.*, 2020 et Hacquart, 2015, la méthode retenue pour la mise en place de ces échelles est celle des quantiles. Ainsi, ces échelles ont été définies sur la base de plus de 60 inventaires ultrasoniques automatiques en hauteur.

Quantiles	Échelle d'activité	Inventaires ultrasoniques automatiques en hauteur
Inférieur à 10 %	Très faible	<= 1
Entre 10 % et 25 %	Faible	1 à 3
Entre 25 % et 75 %	Modéré	3 à 25
Entre 75 % et 90 %	Fort	25 à 65
Supérieur à 90 %	Très fort	> 65

Tableau 1 : Valeurs seuils des échelles d'activité globale en fonction des différents protocoles

Quantiles	Échelle de diversité spécifique	Inventaires ultrasoniques automatiques en hauteur
Inférieur à 10 %	Faible	<= 6
Entre 10 % et 25 %	Modéré	6 à 12
Entre 25 % et 75 %	Fort	> 12

Tableau 2 : Valeurs seuils des échelles de diversité spécifique en fonction des différents protocoles

### 2.2.2.1.2 Localisation des protocoles effectués

La cartographie suivante permet de rappeler la position du dispositif BATmode S2+ en fonction des éoliennes.

L'éolienne E5 a été équipée. Le choix s'est porté sur cette machine par sa position centrale par rapport au parc et du fait qu'elle présente un risque de collision par sa situation (proche d'un boisement favorable aux chiroptères).



Carte 3 : Localisation du dispositif BATmode S2+

## 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 prédefini 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 prédateur 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.

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 fait systématiquement l'objet d'une fiche détaillée. Cela permet ainsi le recensement standardisé des caractéristiques de l'espèce et des conditions de mortalité constatée par une procédure définie par le Ministère en charge des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. 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).

### 2.3.2 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 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 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

L'étude d'impact ne soulève pas d'enjeux nécessitant la mise en place d'un renforcement du suivi établi par défaut d'après le protocole national (2018). Par ailleurs, l'arrêté préfectoral d'autorisation (n° 18-643 du 23 mars 2018) ne prévoit pas de renforcement de ce protocole. Ainsi, la pression d'inventaire a été définie pour répondre aux modalités prévues initialement et validées dans l'arrêté des permis de construire (n° PC 022 058 08 J0007 et PC 022 183 08 J0035) prévoyant un passage par semaine entre les semaines 20 et 43

***Au total sur l'année 2023, 24 sorties de prospection ont été réalisées dans le cadre du suivi de la mortalité, à raison d'une prospection par semaine, entre les semaines 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 huit éoliennes ont été prospectées 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.

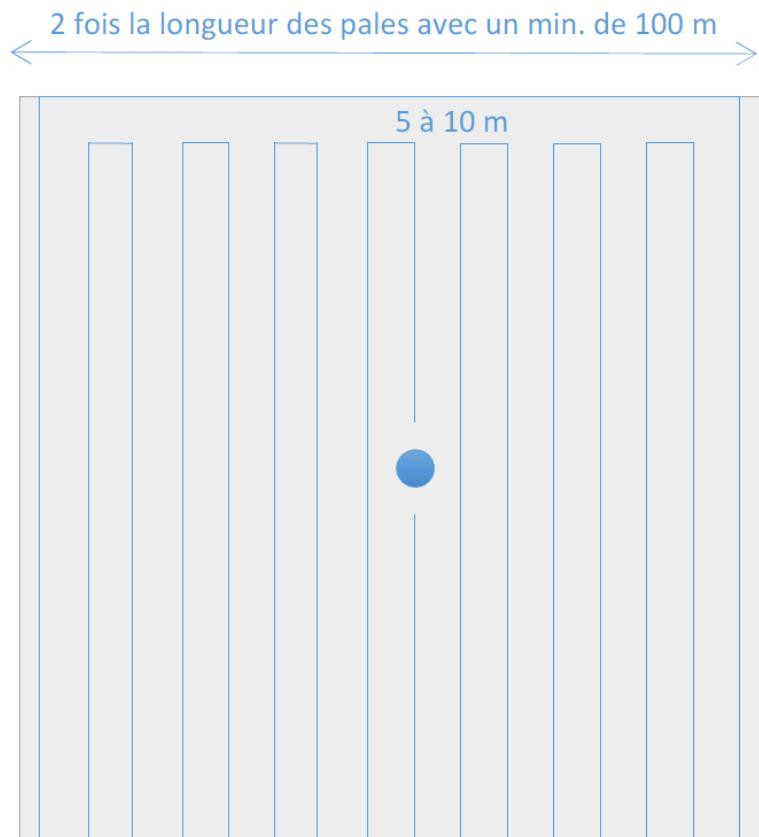


Figure 12 : Schéma du parcours théorique au pied d'une éolienne

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.

### 2.3.1 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.

### 2.3.2 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.***

#### 2.3.2.1 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 :

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

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

#### 2.3.2.2 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	10/07/2023	16	17	33
Test 2	19/09/2023	22	16	38
Total		38	33	71

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

### 2.3.2.3 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+7, J+10 et J+14 pour le premier test, et à J+1, J+3, J+6, J+9 et J+13 pour le second (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 »).

#### 2.3.2.4 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

#### 2.3.2.5 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 Winkelmann 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 Winkelmann ne sont pas retenus, cette formule étant jugée

obsolète, notamment par la SFEPM qui préconise l'utilisation d'au moins trois des estimateurs suivants: Huso, Jones, Erickson, Korner-Nievergelt, Limpens, Bastos.

#### 2.3.2.5.1 Protocole « Erickson »

En 2000, Erickson 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

#### 2.3.2.5.2 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 :

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

### 2.3.2.6 Postulat de chaque méthode d'estimation

Méthodes	Aire d'étude	Intervalle entre deux recherches	Persistante	Efficacité
<b>Erickson (2000)</b>	Pris en compte	Pas d'exigence	Pris en compte (Durée de persistance) Suppose que la prédatation 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 prédatation 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 prédatation 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 Calendrier des inventaires

Inventaires et méthodes employées	Nb. sorties	Dates des campagnes	Horaires des inventaires	Conditions météorologiques d'observation			Personnes ayant réalisé les inventaires
				Couverture du ciel	Température	Vent	
Chiroptères							
Enregistrements automatiques en nacelle (BATmode S2+)	174 nuits	Du 09 mai au 30 octobre 2023	D'une heure avant le coucher à une heure après le lever du soleil	-	-	-	Thomas GIRARD Clément MADEC

Tableau 5 : Dates et conditions météorologiques des inventaires du milieu naturel

## 2.5 Limites des méthodes utilisées et difficultés rencontrées

### 2.5.1 Limites des méthodes employées

#### 2.5.1.1 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.

#### 2.5.1.2 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 « capping 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.

## 2.5.2 Difficultés rencontrées

### 2.5.2.1 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 S2+ de sons qui ne proviennent pas de chiroptères. Ces sons « parasites » peuvent être dûs à des bruits de l'environnement nocturnes et notamment des éoliennes. Peu de sons parasites ont été enregistrés au cours de cet inventaire.

Ces difficultés 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 la Ferrière.

### 2.5.2.2 Suivi de la mortalité

Lors de la sortie du 25 septembre 2023, une partie de la parcelle de prospection de l'éolienne E1 venait d'être passée au rouleau, pouvant masquer de potentiels cadavres de chiroptères ou oiseaux.





### 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 (2008-2009) et le premier suivi environnemental (2017) du parc éolien de la Ferrière, l'ensemble du cycle annuel des chauves-souris a été étudié.

Les protocoles utilisés ont permis d'établir une liste de **13 espèces**, avec des enjeux pour les espèces de lisières ubiquistes, comme la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Sérotine commune. Cependant, aucune écoute en altitude n'a été effectuée lors des inventaires réalisés en 2008-2009 et du suivi de 2017. 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.

*D'après l'étude d'impact réalisée 2008-2009 et le suivi environnemental réalisé par AEPE Ginko en 2017, « le fonctionnement du parc ne semble pas remettre en cause l'état de conservation des populations de chiroptères ». Le présent suivi ICPE doit permettre de contrôler et d'affiner ces résultats. Pour ce faire, une corrélation entre les écoutes en nacelle et le suivi de la mortalité au sol sera réalisée.*

## 3.2 Suivi de l'activité des chiroptères en 2024

### 3.2.1 Suivi d'activité des chiroptères 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 9 mai au 30 octobre 2023.

Le dispositif est donc resté installé durant 174 nuits et **l'analyse porte sur l'ensemble de ces nuits**, elles se situent en effet dans le cycle biologique actif des chiroptères (de début-mai à fin-octobre). Aucun dysfonctionnement n'a été relevé sur l'ensemble de la période d'enregistrement.

#### 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	
Eptesicus	Sérotine commune		21	23		1		<b>45</b>
Nyctalus	Noctule commune					16		<b>16</b>
	Noctule de Leisler			1		10		<b>11</b>
Pipistrellus	Pipistrelle commune		132	89	363	1 812	584	<b>2 980</b>
	Pipistrelle de Kuhl	3	24	11	12	299	113	<b>462</b>
	Pipistrelle de Natusius					90	23	<b>113</b>
<i>Recensements n'ayant pas pu être déterminés à l'espèce</i>								
Sérotine / Noctule sp.			23	6	1	25		<b>55</b>
Noctule sp.			1			4		<b>5</b>
Pipistrelle sp.			5	3	4	64	35	<b>111</b>
Pipistrelle de Kuhl / Natusius		1	34	5	2	506	422	<b>970</b>
<b>Total</b>	<b>7 espèces</b>	<b>4</b>	<b>240</b>	<b>138</b>	<b>382</b>	<b>2 827</b>	<b>1 177</b>	<b>4 768</b>

Tableau 6 : Répartition mensuelle du nombre de contacts par espèce

**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 composition d'espèces uniquement dites de haut-vol ou de lisière généralistes (Noctule de Leisler, Noctule commune, Sérotine commune et pipistrelles), les espèces plus forestières comme la Barbastelle d'Europe n'étant pas présentes.

Ainsi, les pipistrelles regroupent la majorité de contacts avec 97 % de l'activité totale. On note en effet que la Pipistrelle commune présente 62 % de l'activité. Le groupe des Pipistrelle de Kuhl / Nathusius et la Pipistrelle de Kuhl suivent avec respectivement 20 % et 10 % de l'activité en hauteur. La Pipistrelle de Nathusius représente une part non négligeable avec 3 % de l'activité.

Enfin le groupe des Sérotines / Noctules sp. est moins représenté avec, au cumul, 3 %.

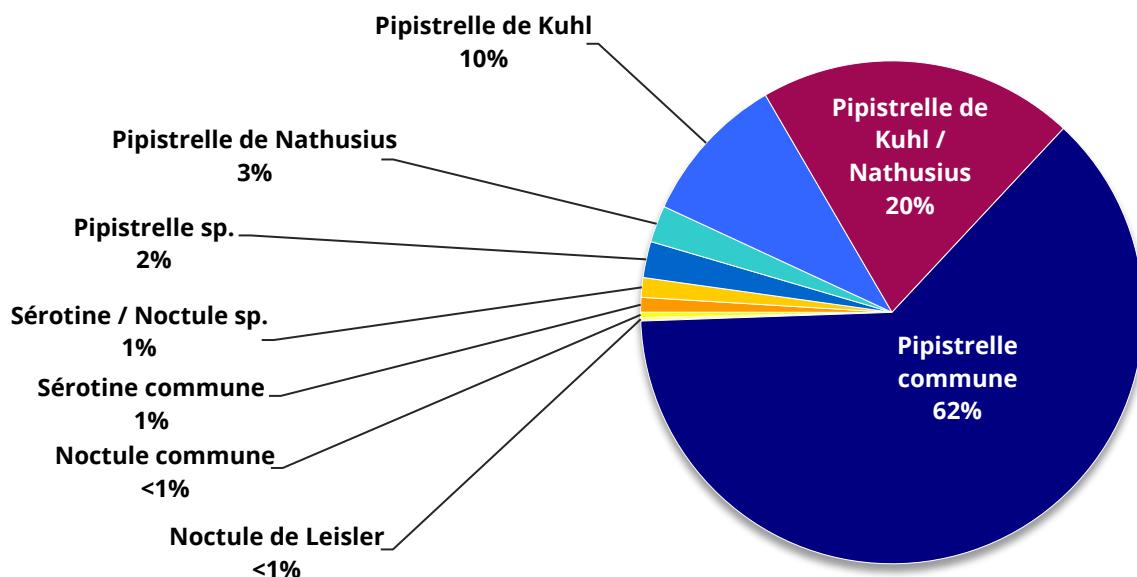


Figure 13 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur l'ensemble de la période d'étude

**En comparant les mois entre eux, on note une forte activité lors des mois d'automne, notamment en septembre et en octobre.**

Les mois de septembre et d'octobre concentrent 84 % des contacts des enregistrés sur le site, soit plus de 4 004 contacts sur ces deux mois. C'est durant cette période que l'activité est la plus intense avec une large proportion de Pipistrelle commune, de Pipistrelle de Kuhl et du groupe Pipistrelle de Kuhl / Nathusius, potentiellement en migration. Ces deux mois sont en effet une période remarquable pour le déplacement des chiroptères entre les gîtes estivaux et les gîtes d'hibernation ainsi que les regroupements de swarming.

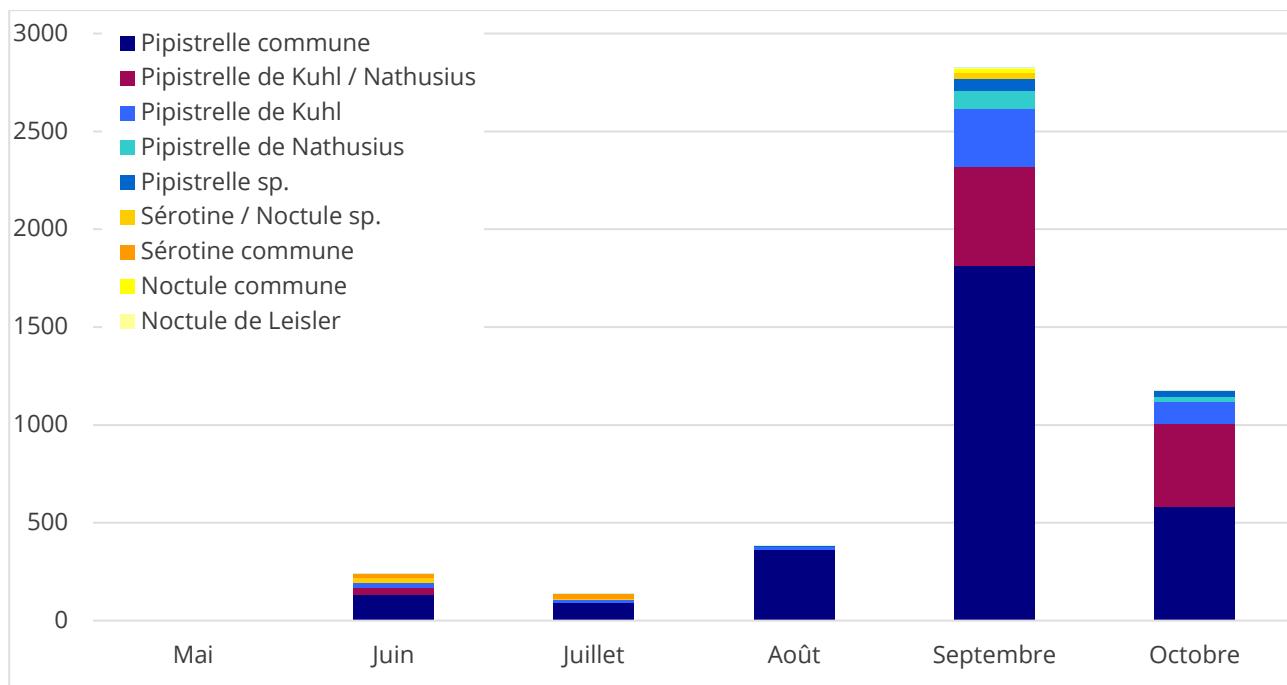


Figure 14 : Répartition mensuelle du nombre de contacts

	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.
<b>Nombre de contacts</b>	4	240	138	382	2 827	1 177
<b>Nombre de nuits d'enregistrements</b>	22	30	31	31	30	30
<b>Moyenne du nombre de contacts par nuit et échelle d'importance</b>	0,2	8	5	12	94	39

Tableau 7 : Répartition mensuelle du nombre de contacts

### 3.2.1.1.2 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 enregistrés par nuit varie de 0 à 1 084 contacts. **Cette variabilité journalière reste particulièrement complexe à anticiper, dépendant de multiples facteurs à l'exemple des conditions météorologiques ou de la présence de ressource alimentaire, 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 en automne, ce qui correspond pour partie aux périodes de migration.

Pour rappel, le dispositif fut opérationnel depuis le 9 mai 2023, et l'arrêt des écoutes dans le cadre des analyses suivantes a été fixé au 30 octobre 2023. Les premiers contacts de chauves-souris ont été recensés lors de la nuit suivant l'installation.

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 546 contacts le 7 septembre, jusqu'à 1 043 contacts le 10 septembre, 423 le 25 septembre ou encore 694 le 8 octobre.

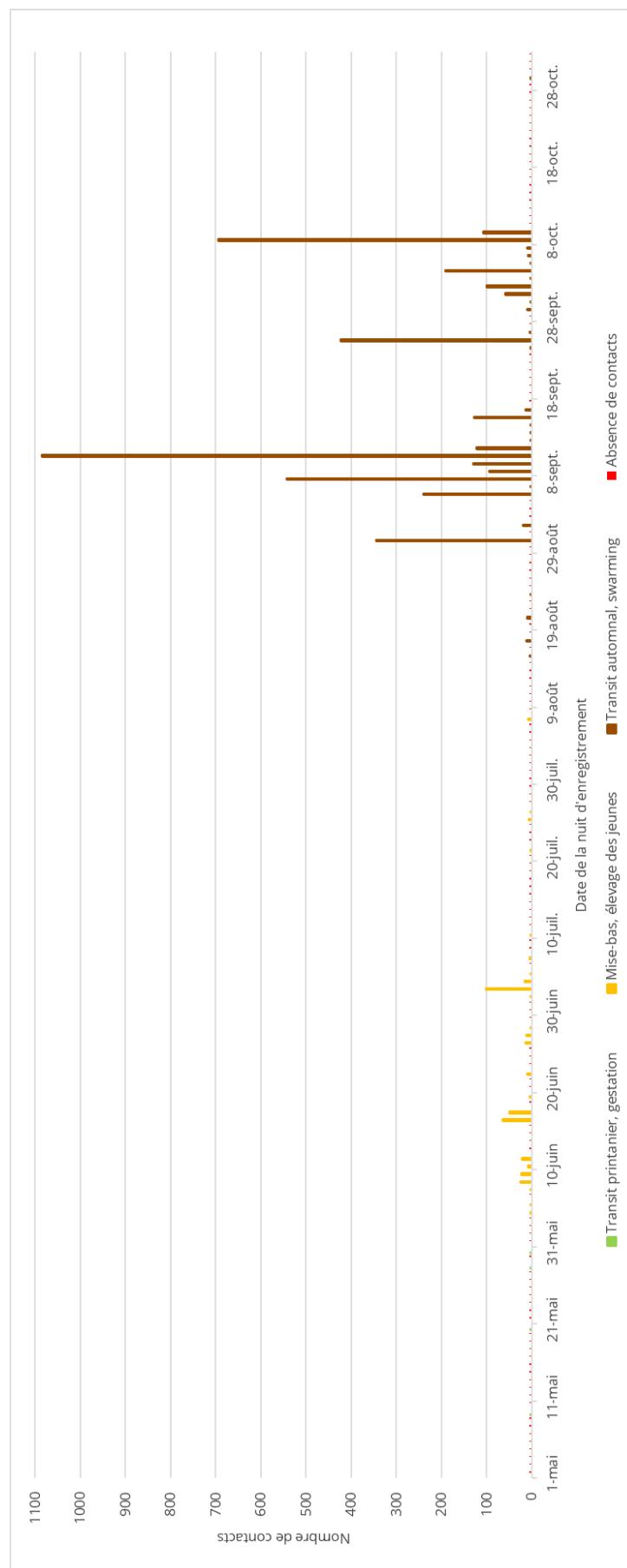


Figure 15 : Répartition du nombre de contacts par nuit durant l'ensemble de la période d'inventaire

### 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.

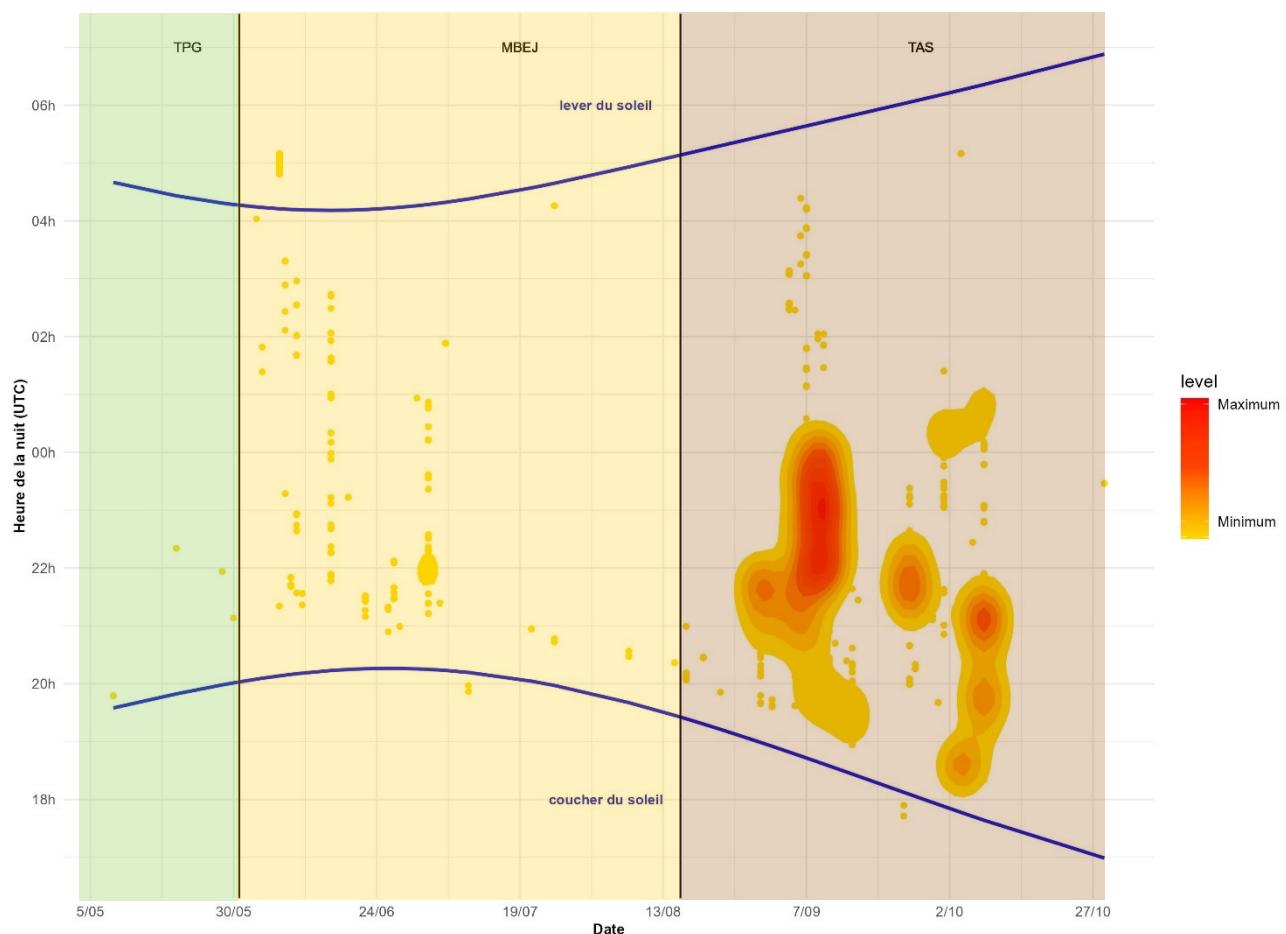


Figure 16 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien

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 été où l'activité a été plus faible. On constate en effet des niveaux d'activités qui peuvent rester assez réguliers dans la nuit à certaines périodes. Ceci est surtout observé à partir au printemps et en automne, où les niveaux d'activité restent non négligeables tout au long de la nuit.

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 & Barclay 2011, etc.), 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 & Brown 2007 ; Cryan *et al.*, 2014) et l'hygrométrie (Behr *et al.*, 2011) pourraient également influer 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 & 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.

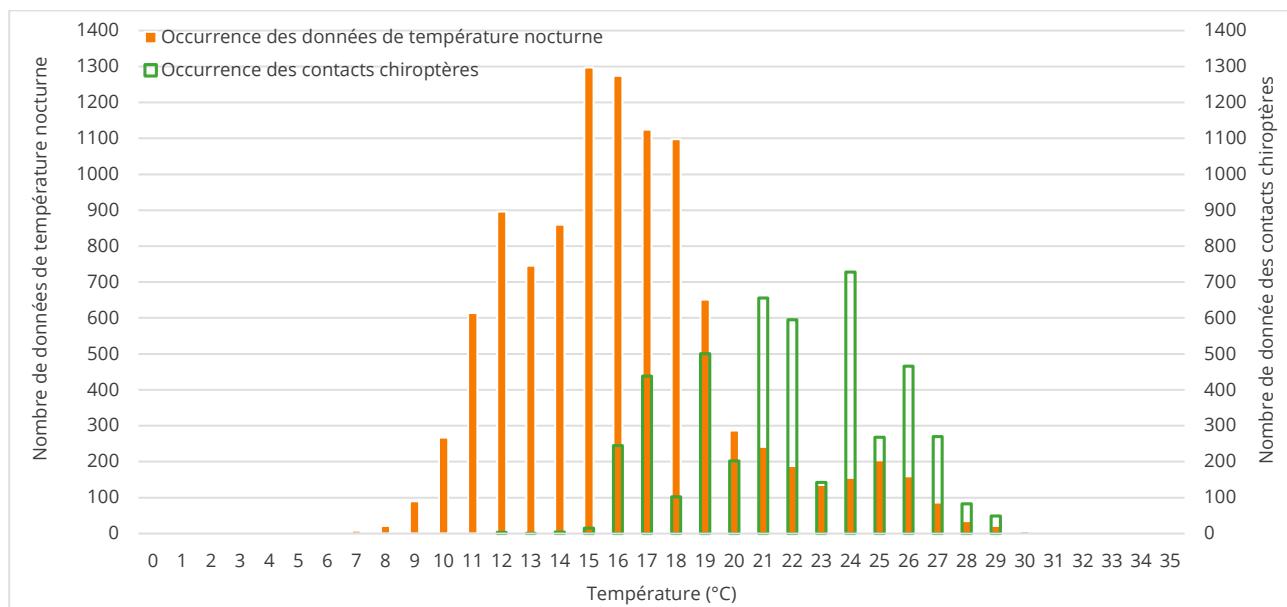


Figure 17 : Activité des chiroptères en fonction de la température

Les inventaires réalisés sur le site montrent ainsi que les chiroptères semblent concentrer leur activité entre 12 et 29°C, en décalage avec les températures nocturnes « disponibles » qui se concentrent entre 7 et 30°C. **L'activité semble démarrer réellement à partir de 15°C.**

## 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 qu'un maximum d'activité est mesuré à partir de 15°C et jusqu'à 30°C. On voit clairement sur ce graphique la forte activité de l'automne, avec des plages de températures variées utilisées par les chiroptères. En septembre, on note trois pics d'activité à 19, 21 et 26°C. De même, au mois d'octobre, trois pics d'activité sont observables à 17, 20 et 24°C.

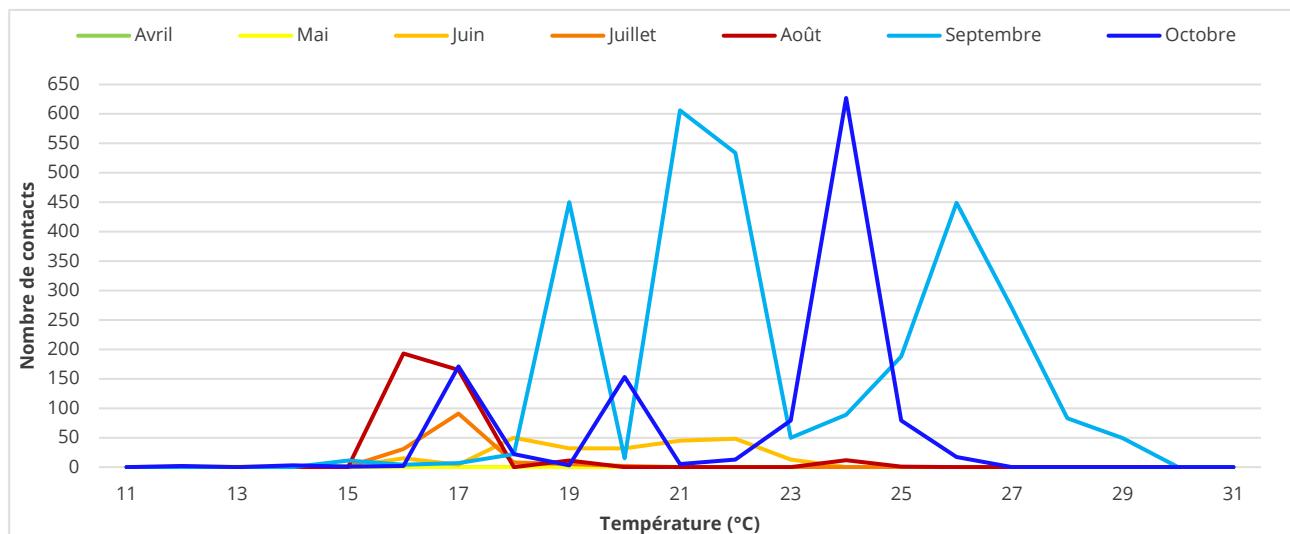


Figure 18 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la température

### 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.

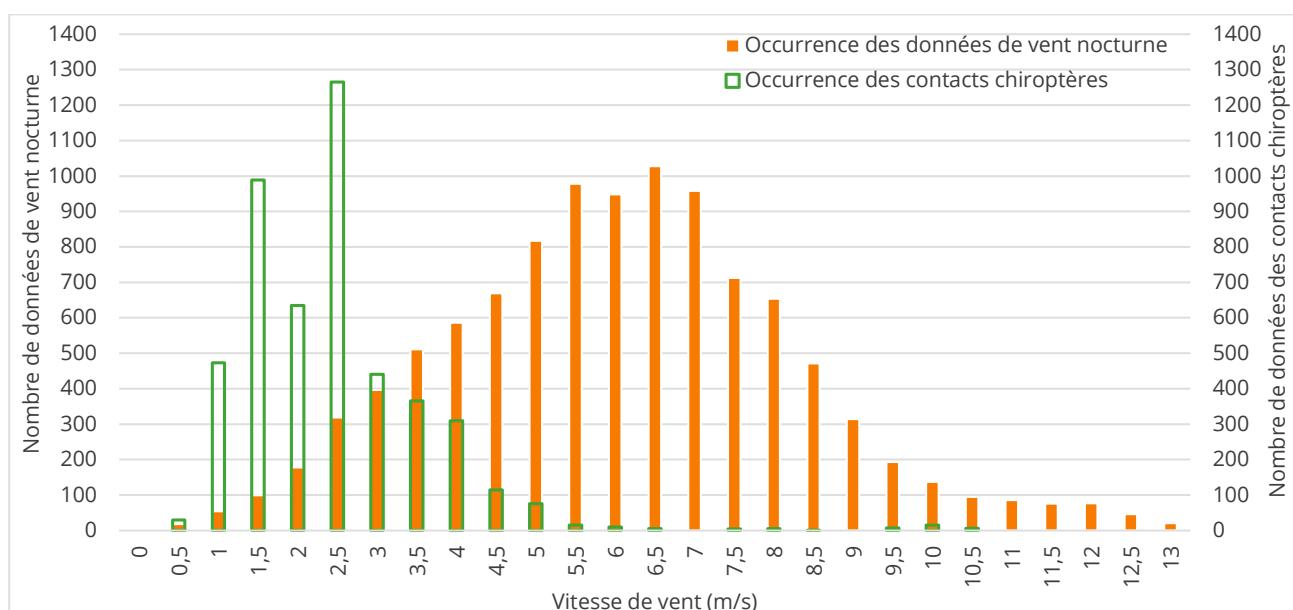


Figure 19 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent

Globalement, ce graphique illustre un décalage de l'activité chiroptérologique sous des 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 0,5 et 10,5 m/s à hauteur de nacelle avec un maximum d'activité situé entre 1 et 5 m/s. Au-delà de ce seuil, l'activité chute effectivement et devient plus sporadique.

#### 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 m/s à hauteur de nacelle. On observe bien la chute à partir de ce seuil mais l'on note que l'activité ne devient pas pour autant négligeable, notamment à 10 m/s en juin.

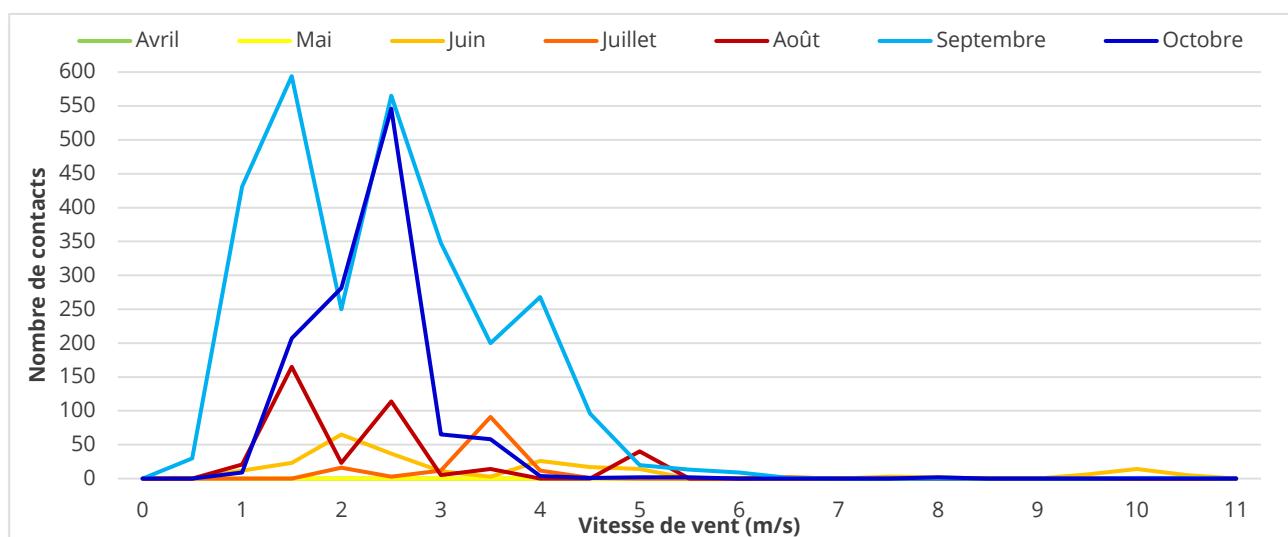


Figure 20 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction du vent

### 3.2.2 Synthèse du suivi d'activité 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 six espèces confirmées, avec la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune ;*

*- on retrouve au sein des espèces inventoriées essentiellement des espèces pouvant évoluer en hauteur, en cohérence avec les connaissances bibliographiques. À noter les plus fortes proportions de pipistrelles et notamment la Pipistrelle commune, comparativement aux autres espèces présentes ;*

*- l'activité chiroptérologique est plus importante en -septembre et octobre. Ces deux périodes correspondent à des phases de transits entre les gîtes estivaux et les gîtes hivernaux. Ainsi, des phénomènes migratoires sont plausibles ;*

*- l'activité chiroptérologique en hauteur est éparses tout au long de la nuit sans densification d'activité remarquable.*

*- l'activité chiroptérologique en hauteur est marquée surtout à partir de 15°C ; et est principalement concentrée entre des vitesses de vent de 0,5 et 5 m/s. L'activité présente après ce seuil est plus sporadique, on note cependant des contacts jusqu'à 10 m/s ;*

*- l'enjeu principal sur le site semble concerner les périodes de transits entre les gîtes estivaux et hivernaux en automne et dans une moindre mesure l'inverse au printemps, traduisant potentiellement un phénomène migratoire. Les proportions remarquables de pipistrelles 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

Selon l'étude d'impact réalisée en 2008 par le GMB (Groupe Mammologique Breton), et le suivi d'activité réalisé en 2017 par AEPE Gingko.

Lors de cette étude, 13 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 (2008)	Suivi ICPE (2017)	Suivi ICPE (2023)
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastellus barbastellus</i>		X	
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>		X	
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>		X	
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>		X	
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>			X
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>		X	X
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>		X	
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>		X	
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>		X	
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	X	X
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	X	X	X
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>		X	X
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	X	X	X
Recensements n'ayant pas pu être déterminés à l'espèce				
Murin sp.	<i>Myotis sp.</i>	X	X	X
Oreillard sp.	<i>Plecotus sp.</i>		X	
Pipistrelle de Kuhl / Nathusius	<i>Pipistrellus kuhlii / Nathusii</i>		X	X
Sérotine / Noctule sp.	<i>Eptesicus / Nyctalus sp.</i>		X	X
<b>Total des espèces</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>6</b>
Espèce présente durant les quatre périodes d'études				

Tableau 8 : Résultats de la diversité spécifique en fonction des études menées sur le site

L'étude d'impact de 2008, incluant les résultats des inventaires chiroptérologiques, a permis de recenser trois espèces certaines, contre 13 pour le suivi de 2017 et six pour celui de 2023.

À noter que les protocoles menés entre les différentes études ont été différents, de fait, ils sont difficilement comparables.

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

Trois espèces seulement sont communes aux trois périodes d'inventaires, ce qui atteste de leur occupation régulière du site. Ces espèces sont parmi les plus communes en Europe : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Sérotine commune. Ce sont des espèces généralistes et qui sont capables de voler en hauteur et donc sensibles à l'éolien comme en témoignent les suivis de mortalité, avec une Pipistrelle de Kuhl recensée en 2017 et 15 pipistrelles en 2023 (14 Pipistrelle commune et une Pipistrelle de Kuhl).

### 3.4 Principaux éléments à retenir du suivi ICPE

***En conclusion : le site de la Ferrière (22) présente une activité chiroptérologique non négligeable, qui est plutôt concentrée en automne. Les impacts sur les populations de chiroptères ayant initialement été jugés non significatifs, aucun plan de bridage préventif n'a été adopté.***

***Au regard de la mortalité importante sur les pipistrelles (partie 4.3 du présent rapport) recensée sur le parc ( principalement en automne) une préconisation de plan d'arrêt programmé des machines sera proposée (détailée en partie 5) et permettrait de faire diminuer la mortalité.***





## 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 = 6,96 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	Laëtitia VIBERT	10/07/2023	33	28
T2	Laëtitia VIBERT	19/09/2023	38	35
<b>Total</b>			<b>71</b>	<b>63</b>

Tableau 9 : Résultats des tests d'efficacité

***Le coefficient d'efficacité du chercheur sur le premier test est : d1 = 0,85 (85 %)***

***Le coefficient d'efficacité du chercheur sur le deuxième test est : d2 = 0,89 (89 %)***

***Le coefficient d'efficacité moyen du chercheur est : d = 0,87 (87 %)***

### 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	10/07/2023	33	28	18	4	4	0
T2	19/09/2023	38	35	29	12	7	3
<b>Total</b>		<b>71</b>	<b>63</b>	<b>47</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>3</b>

Tableau 10 : Résultats des tests de persistance

***La durée moyenne de persistance des cadavres pour le premier test est : t1 = 4,1 jours***

***La durée moyenne de persistance des cadavres pour le deuxième test est : t2 = 5,5 jours***

***La durée moyenne de persistance des cadavres : t = 4,85 jours***

#### 4.1.1 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). Le tableau précisant les surfaces prospectées par sortie est présenté en annexe. En effet, la surface prospectée 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 80 000 m<sup>2</sup> par prospection pour l'ensemble du parc.

	Surface prospectée / éolienne (m <sup>2</sup> )								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
<b>Moyenne sur l'ensemble du suivi</b>	5028,60	5040,00	6425,37	4483,69	2470,67	5030,62	3718,50	4682,96	36880,41
<b>Proportion (%)</b>	<b>50,29</b>	<b>50,40</b>	<b>64,25</b>	<b>44,84</b>	<b>24,71</b>	<b>50,31</b>	<b>37,19</b>	<b>46,83</b>	<b>46,10</b>

Tableau 11 : Synthèse des surfaces prospectées

***La proportion moyenne de surface prospectée sur l'ensemble du suivi est de 0,46, soit 46 %.***

***Le coefficient de correction surfacique moyen sur l'ensemble du parc et des prospections est de : A = 2,35.***

## 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 et par an, le réseau électrique de 40 à 120 oiseaux par km et par 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 12 : 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, 2023) et sur l'abondance des espèces (BirdLife International, 2021). 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. 19 espèces, dont l'Aigle royal, le Circaète Jean-le-Blanc, 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 migrants 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 que 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 par éolienne et par 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 par éolienne et par 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 027m 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 par éolienne et par 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 par éolienne et par 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 par éolienne et par 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). Cette tendance se retrouve à l'échelle française, où les Falconiformes et les Apodiformes sont néanmoins plus fréquemment retrouvés que les Charadriiformes.

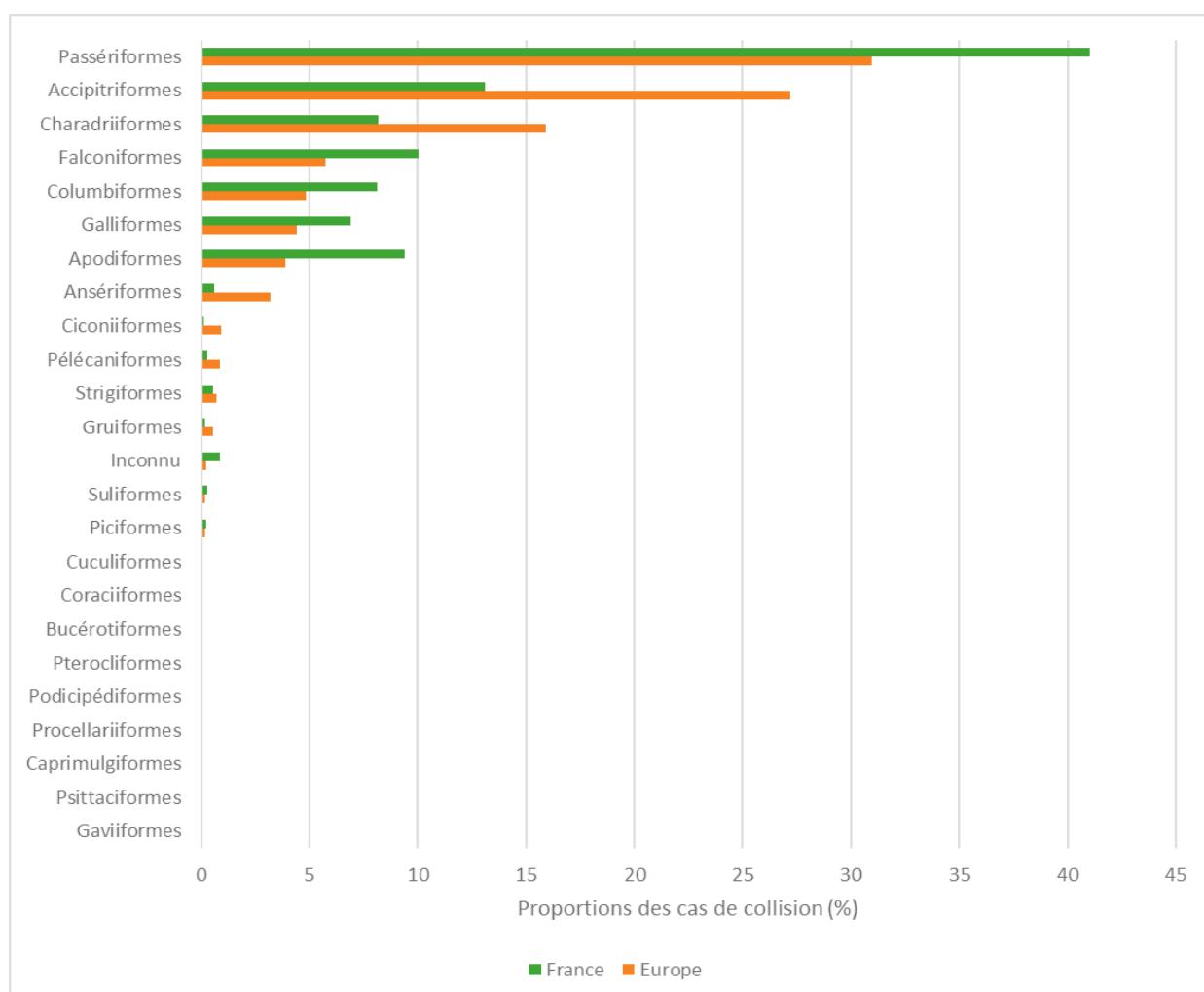


Figure 21 : Proportions (%) des cas de collision avec les éoliennes en fonction des ordres, en France et en Europe (d'après Dürr, 2023)

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

L'étude d'impact, réalisée en 2009 par le GEOCA (Groupe d'Études Ornithologiques des Côtes d'Armor), a révélé la présence de quatre espèces patrimoniales et/ou à enjeu, auxquelles viennent s'ajouter cinq autres espèces recensées lors des inventaires du porter-à-connaissance, réalisé en 2021 dont il conviendra de surveiller l'apparition d'éventuels cas de mortalité :

- Alouette lulu (*Lullula arborea*)
- Bondrée apivore (*Pernis apivorus*)
- Bouvreuil pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*)
- Bruant jaune (*Emberiza citrinella*)
- Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*)
- Faucon hobereau (*Falco subbuteo*)
- Gobemouche gris (*Muscicapa striata*)
- Pic épeichette (*Dendrocopos minor*)
- Pluvier doré (*Pluvialis apricaria*)
- Verdier d'Europe (*Chloris chloris*)

Toutes les espèces recensées lors des inventaires avifaunistiques au cours de l'état initial présentaient des indices de vulnérabilité trop faibles pour qu'un suivi spécifique soit mis en place sur le parc.

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

### 4.2.3.1 Mortalité brute

Sur le parc de La Ferrière, huit cadavres d'oiseaux appartenant à cinq espèces ont été retrouvés (tableau suivant). Les huit individus ont été découverts lors du protocole de suivi de la mortalité. La mortalité brute est de 1,0 individu par éolienne durant la période de suivi s'étalant de mi-mai à mi-octobre, soit 24 prospections, à raison d'une prospection par semaine.

Sur les huit individus retrouvés, deux concernent des Buses variables et trois concernent des juvéniles de Bergeronnette grise, retrouvés sur la plateforme d'une éolienne. Les trois autres espèces ont été recensées à raison d'un individu pour chaque espèce.

En ce qui concerne la nichée de six juvéniles de Bergeronnettes grises, ceux-ci ont été retrouvés au pied de l'éolienne E1. L'espèce nichait vraisemblablement au niveau de la structure, et a potentiellement pu être dérangée lors de la maintenance, ou bien par un prédateur (faucon par exemple). Trois des six oisillons étaient déjà morts lorsque la nichée a été découverte. Les individus restant ont été déplacés en sécurité dans une haie voisine, afin que les parents puissent continuer à les nourrir.

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

Date	Espèce	Éolienne	Statut biologique	Sexe	Âge	Source	Ordre
29/05/2023	Bergeronnette grise	E1	Reproducteur	Inconnu	Juvénile	Protocole	Passeriforme
29/05/2023	Bergeronnette grise	E1	Reproducteur	Inconnu	Juvénile	Protocole	Passeriforme
29/05/2023	Bergeronnette grise	E1	Reproducteur	Inconnu	Juvénile	Protocole	Passeriforme
13/06/2023	Buse variable	E5	Reproducteur	Inconnu	Adulte	Protocole	Accipitriformes
21/06/2023	Martinet noir	E4	Reproducteur	Mâle	Adulte	Protocole	Apodiformes
26/07/2023	Grive musicienne	E8	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	Protocole	Passeriformes
09/08/2023	Buse variable	E1	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	Protocole	Accipitriformes
11/10/2023	Pigeon ramier	E8	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	Protocole	Columbiformes

Tableau 13 : Oiseaux découverts lors du suivi mortalité

**Avec huit cadavres d'oiseaux recensés, la mortalité brute observée sur le parc de La Ferrière est d'un individu par éolienne sur la période de suivi s'étalant de mi-mai à mi-octobre.**

#### 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				Intervalle de confiance à 95 % (mortalité globale)
	Globale	/éolienne	/sortie	/éolienne/sortie	
Erickson	<b>28,11</b>	3,51	1,17	0,15	21,79 - 36,18
Huso	<b>36,88</b>	4,61	1,54	0,19	28,68 - 47,14
Jones	<b>40,16</b>	5,02	1,67	0,21	31,16 - 51,42

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 14 : Estimations de la mortalité de l'avifaune pour l'ensemble du parc de La Ferrère sur la période de suivi selon les méthodes utilisées

**Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 29 à 41 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 22 et 52 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).**

La précision des estimations est assez faible (intervalles de confiance). Cependant, au moins 22 cadavres sont estimés, quel que soit l'estimateur. Compte tenu des espèces retrouvées lors de ce suivi, cela représente un impact potentiellement fort.

Les paramètres correcteurs peuvent avoir une influence forte sur les estimations et les intervalles de confiance. Compte tenu de la rotation céréalière (parcelles majoritairement en maïs cette année), la surface moyenne prospectée est très faible, et la correction surfacique peut impacter fortement les estimations de la mortalité.

Ceci peut expliquer pourquoi la précision des estimations est 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 individus d'oiseaux trouvés sur le parc de La Ferrière appartiennent à l'ordre des Accipitriformes (deux individus), des Apodiformes (un individu), des Columbiformes (un individu) et des Passériformes (quatre individus). 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 Bilan national et européen de la mortalité de l'avifaune), de même que les Accipitriformes. Les Columbiformes et les Apodiformes sont cependant plus rarement découverts (*ibid*).

**Sur le parc de La Ferrière, en 2023, les huit oiseaux retrouvés appartiennent à quatre groupes taxinomiques différents.**

## 4.2.4 Résultats saisonniers

### 4.2.4.1 Mortalité brute

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

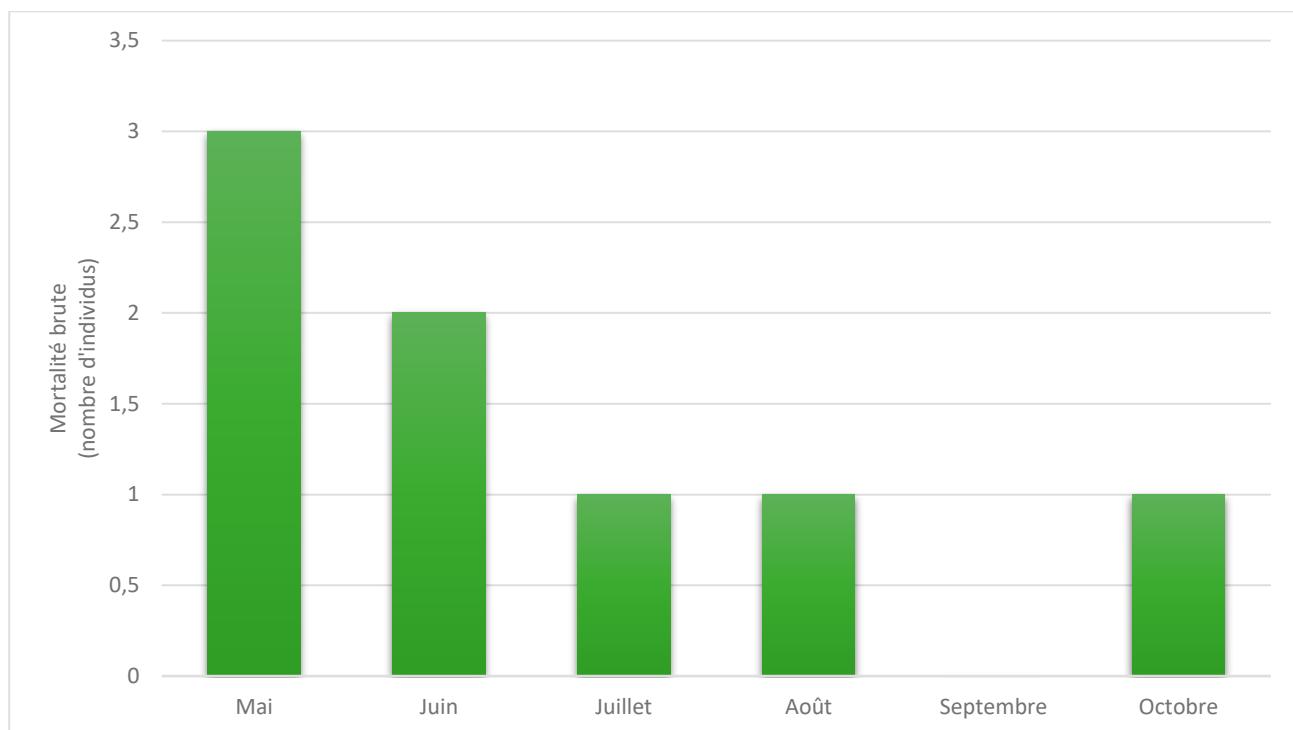


Figure 22 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi

La mortalité observée est la plus importante en été, pendant la période de reproduction et le début de la période de migration postnuptiale (mai à août). Par ailleurs, bien qu'un individu de Pigeon ramier ait été découvert au début du mois d'octobre, période théorique correspondant généralement à la phase de migration postnuptiale, l'individu retrouvé est cependant considéré comme un individu local et donc reproducteur. Cette détermination s'est faite au vu de la phénologie de passage observée pour cette espèce, dont le passage migratoire est un peu plus tardif dans la région concernée (deuxième quinzaine d'octobre<sup>1</sup>).

La mortalité fluctue entre 1 et 3 individus sur les mois concernés, ne permettant pas de dégager de tendance claire entre ces périodes. 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.

Le parc pourrait avoir un impact fort sur l'avifaune nicheuse. Toutefois, les données ne permettent pas de réaliser d'estimation pertinente de la mortalité par saison ou période biologique.

<sup>1</sup> Source : Trektellen.org

## 4.2.5 Résultats spatialisés par éolienne

### 4.2.5.1 Mortalité brute

Durant ce suivi, les huit individus d'oiseaux se répartissent sous quatre éoliennes différentes : quatre ont été retrouvés sous l'éolienne E1 (dont trois oisillons de Bergeronnettes grises), deux sous l'éolienne E8, et un sous les éoliennes E4 et E5 (carte et graphique suivants). Étant donnés les facteurs tels que la prédateur, ainsi que les cultures en place empêchant la prospection de la totalité de la surface, il n'est pas impossible que d'autres éoliennes aient provoqué une mortalité non observée lors du suivi.



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

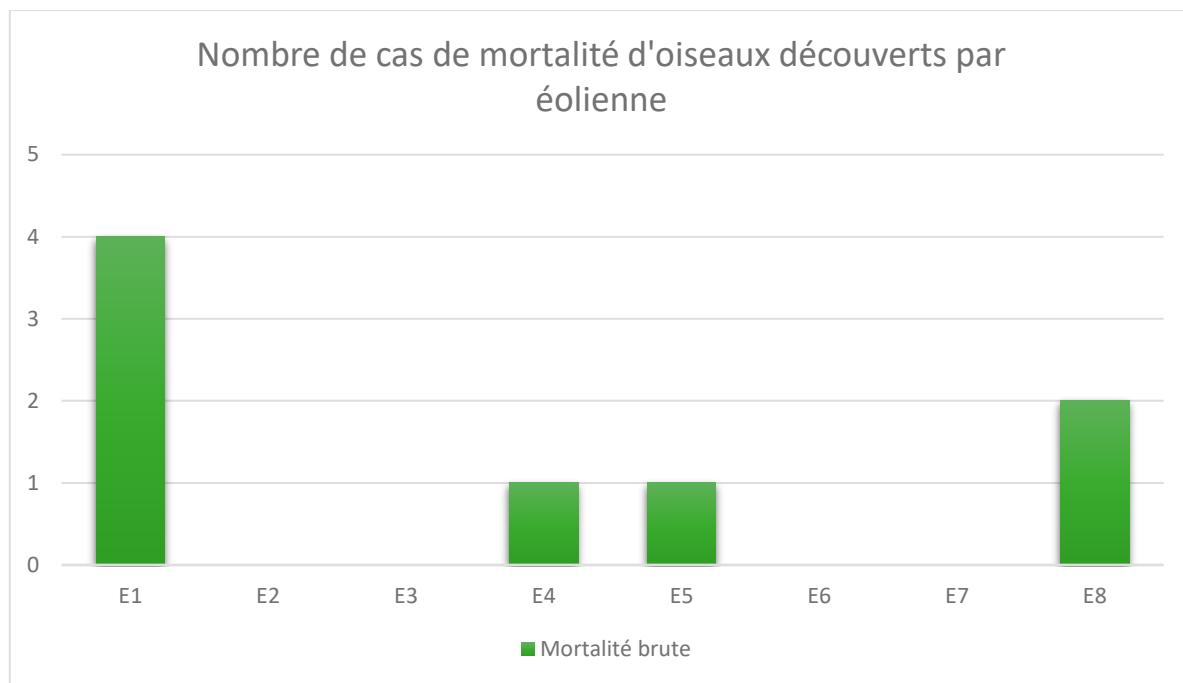


Figure 23 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi

D'après la mortalité brute observée, l'éolienne E1 pourrait avoir un impact plus fort sur l'avifaune locale. Toutefois, il convient de prendre en compte dans cette mortalité brute les oisillons de Bergeronnette grise retrouvés fin mai, tous retrouvés sous l'éolienne E1. Ainsi, les données ne permettent pas de mettre en évidence une différence significative de mortalité par éolienne pour l'avifaune.

#### 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, **aucune cause récurrente n'a pu être**

**identifiée comme étant à l'origine de la mortalité de l'avifaune sur le parc de La Ferrière.** Les cas de mortalité recensés semblent avoir pour origine l'occurrence ponctuelle de facteurs à risques (travaux agricoles, phénologie, comportement, conditions météorologiques, etc.). Le parc est implanté dans un milieu agricole, qui correspond aux habitats fréquentés par les espèces découvertes (Buse variable, Pigeon ramier, et dans une moindre mesure, Martinet noir), avec la présence de zones boisées, favorables à la présence de la Grive musicienne. Des suivis complémentaires seraient nécessaires pour surveiller l'évolution de la mortalité sur le parc (notamment en période de reproduction). Par ailleurs, une attention particulière serait à porter en période de travaux agricoles (fauche/moisson), compte tenu de l'attrait des rapaces et de certains passereaux pour les champs récemment fauchés ou moissonnés.

Dans le cas de la nichée de Bergeronnette grises retrouvée sur la plateforme de l'éolienne E1, bien que la cause exacte ne puisse pas être déterminée, plusieurs hypothèses sont envisageables. Il est possible qu'un couple ait élu domicile au niveau de la nacelle, ou bien à mi-hauteur, sur le mât, et que la nichée ait été dérangée ou délogée, soit par un prédateur (faucon par exemple), soit lors d'une opération de maintenance (une opération a notamment été effectuée la veille de la découverte). En effet, le nid a été retrouvé retourné au sol, à quelques mètres de distance.

***Aucune cause ne semble particulièrement responsable de la mortalité de l'avifaune observée sur le parc. Les travaux agricoles peuvent attirer certaines espèces (notamment Buse variable), et augmenter le risque de collision, de même que les boisements situés à l'est du parc.***

#### 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 La Ferrière, ainsi que leur sensibilité face au risque de collision avec les éoliennes.

Espèce	Statut de protection		Statut de conservation national (IUCN)						Déterminant ZNIEFF	Sensibilité (collision)	Effectifs			
	Directive Oiseaux	Oiseaux protégés (France)	Europe		France			Bretagne						
			Europe	R	H	M	R	M						
Bergeronnette grise	-	Article 3	LC	LC	NA	NA	LC	DD	Non	0	3			
Buse variable	-	Article 3	LC	LC	NA	NA	-	-	Non	3	2			
Martinet noir	-	Article 3	NT	NT	-	DD	LC	DD	Non	1	1			
Grive musicienne	-	-	LC	LC	NA	NA	LC	LC	Non	0	1			
Pigeon ramier	Annexe II/1, III/1	-	LC	LC	LC	NA	LC	DD	Non	1	1			

LC : Préoccupation mineure / NT : Quasi-menacée / DD : Données insuffisantes / NA : Non applicable.  
 R : Reproduction / H : Hivernage / M : Migration. <sup>1</sup> : déterminant seulement sur les sites naturels  
 : éléments de patrimonialité.

Tableau 15 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées

#### 4.2.7.1 Espèces patrimoniales

Les références utilisées pour étayer les tendances et évolutions des populations des espèces patrimoniales sont les suivantes :

- [www.vigienature.fr](http://www.vigienature.fr) (consulté en décembre 2023) ;
- <https://pecbms.info> (consulté en décembre 2023) ;
- Issa, N. & Muller, Y. coord., 2015. Atlas des oiseaux de France métropolitaine

Parmi les quatre espèces identifiées concernées par des cas de mortalité sur le parc, seul le **Martinet noir** est jugé d'intérêt patrimonial, compte tenu de son statut de conservation « Quasi menacée » à l'échelle nationale et européenne. Cette espèce niche dans des cavités étroites situées sous les toitures ou dans les bâtiments. En Europe, la population est stable (1980 – 2022, EBCC/BirdLife/RSPB/CSO). Au niveau national, un déclin modéré est constaté sur les dix dernières années (- 40 %), les tendances à l'échelle régionale font état d'un potentiel déclin, en raison de la rénovation du bâti et des infrastructures, laissant moins de cavités et de sites favorables à sa reproduction.

Un cas de mortalité a été recensé durant le suivi, concernant un individu reproducteur.

Lors de l'étude d'impact, le Martinet noir n'avait pas été recensé au sein de l'aire d'étude. L'espèce n'est pas nicheuse sur site, et il s'agissait selon toute vraisemblance d'un individu en chasse.

L'impact du parc peut être qualifié comme faible et non-significatif sur l'avifaune en 2023. **Toutefois, le Martinet noir fait partie des espèces les plus impactées par les collisions éoliennes. Un suivi comportemental pourrait permettre de mieux appréhender l'utilisation du parc par cette**

**espèce. Il sera par ailleurs nécessaire de surveiller si d'éventuels nouveaux cas surviennent, afin de rechercher comment en limiter les causes.**

#### 4.2.7.1 Autres espèces

Aucune des quatre autres espèces concernées par des cas de mortalité (Bergeronnette grise, Buse variable, Grive musicienne, Pigeon ramier) ne possède de statut de conservation défavorable. Compte tenu du faible nombre de cas de collision observé, l'impact du parc peut être qualifié comme **faible** et **non-significatif**, en 2023, sur les populations de ces espèces.

*Parmi les espèces à enjeu ciblées lors de l'étude d'impact, aucune n'a été retrouvée lors du suivi de mortalité en 2023.*

*Compte tenu du nombre de cas de mortalité, des statuts de conservation et des dynamiques de populations des espèces concernées, le parc de la Ferrière ne représente pas d'impact significatif sur une espèce particulière en 2023. Toutefois, il conviendra de surveiller le l'apparition de nouveaux cas de mortalité.*

#### 4.2.8 Synthèse

- La mortalité brute relevée sur l'ensemble du suivi (mi-mai à mi-octobre 2023) est de huit individus (trois Bergeronnettes grises, deux Buses variables, un Martinet noir, une Grive musicienne et un Pigeon ramier). Les trois individus de Bergeronnette grise sont issus d'une nichée de six oisillons non volants, dont le nid se trouvait selon toute vraisemblance sur la structure.
- Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 29 à 41 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 22 et 52 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).
- La mortalité avifaune observée sur le parc de La Ferrière ne semble pas liée à une cause en particulier. Cette mortalité peut être liée à :
  - l'occurrence ponctuelle de facteurs à risques (travaux agricoles, phénologie, comportement, conditions météo, etc.).
  - la présence de milieux favorables à l'avifaune à proximité des éoliennes (éléments arborés, cultures, etc.).
  - dans le cas des Bergeronnettes, le dérangement, par un prédateur ou lors d'opérations de maintenance.
- Compte tenu de la mortalité observée et des espèces concernées, le parc de la Ferrière ne présente pas, en 2023, d'impact significatif sur une espèce particulière. Cependant, au moins 22 cadavres sont estimés, quel que soit l'estimateur. Compte tenu des espèces retrouvées lors de ce suivi, cela représente un impact potentiellement fort.
- Ainsi, il sera nécessaire de surveiller avec attention l'évolution des cas de mortalité durant les prochaines années de suivi, notamment sur le Martinet noir et les rapaces.
- De nouveaux suivis seront nécessaires afin d'améliorer la précision des estimations de la mortalité réelle.
- Une formation des équipes de maintenance à la conduite à tenir en cas de reproduction d'oiseaux sur les structures pourrait également être envisageable.

## 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 létale ou sublétale (Grodsy *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, ce phénomène est appelé barotraumatisme ;
- 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 (Grodsy *et al.*, 2011) ;
- les **collisions sublétale** 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 ; Grodsy *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 influer 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 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.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statuts de protection	Statuts Listes rouges (UICN)			Mortalité de DURR par éoliennes 2021**						Note de risque***
			Monde	Europe	France	0	1-10	11-50	51-499	>500	% de mortalité européenne connue	
Rhinolophe de Mehely**	<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Annexe II & IV	VU	VU	CR = 5		X				0,01	3*
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Annexe II & IV	NT	NT	VU = 4			X			0,12	3*
Murin de Capaccini	<i>Myotis capaccinii</i>	Annexe II & IV	VU	VU	NT = 3	X					0	1,5
Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>	Annexe II & IV	NT	VU	LC = 2	X					0	1
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Annexe II & IV	LC	NT	LC = 2		X				0,01	1,5*
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>	Annexe II & IV	NT	VU	NT = 3		X				0,01	2*
Petit Murin	<i>Myotis blythii</i>	Annexe II & IV	LC	NT	NT = 3		X				0,07	2*
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	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 escalerai</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*
DD : Données insuffisantes											
LC : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)											
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)											
VU : Vulnérable											
EN : En danger											
CR : En danger critique d'extinction											
NA : Non applicable (espèce non soumise à évaluation car introduite dans la période récente ou présente en métropole de manière occasionnelle ou marginale)											
* Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection											
** 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 du 9 juillet 1999)											
* : 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)											
**Mortalité de DURR par éoliennes 2021 (Europe) : informations reçues au 07/05/2021											
***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											

Tableau 16 : 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

On recense 4 594 cas de collision avec les éoliennes 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.

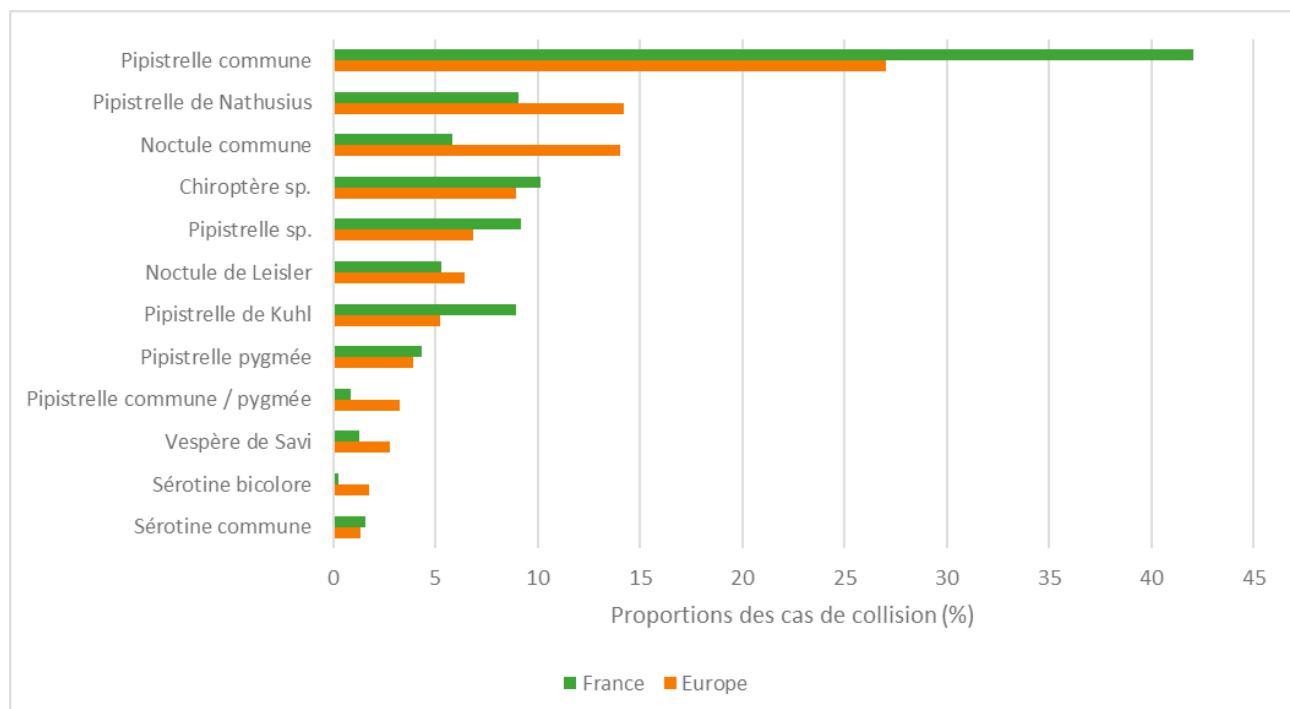


Figure 24 : Proportions des cas de collision avec les éoliennes en fonction des espèces, en France et en Europe (espèces représentant plus de 1 % des cas de mortalité en Europe, d'après Dürr, 2023)

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

L'étude d'impact, réalisée en 2009 par le GMB (Groupe Mammalogique Breton), a révélé la présence de 13 espèces de chiroptères, dont cinq présentent un indice de vulnérabilité supérieur à 2.5 (fort) :

- la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ;
- la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) ;
- la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ;
- la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) ;
- la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)

Ces espèces sont relativement communes en Bretagne, et présentent toutes une sensibilité forte au risque de collision. Le rapport préconise donc la mise en place de suivis de l'activité chiroptérologique au niveau des lieux les plus sensibles du site.

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

#### 4.3.3.1 Mortalité brute

Sur le parc de La Ferrière, 15 cadavres de chiroptères appartenant à deux espèces ont été retrouvés (tableau suivant). Tous ont été découverts lors du protocole de suivi de la mortalité. La mortalité brute est ainsi de 1,9 individu par 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 (14 individus), contre un individu de Pipistrelle de Kuhl.

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

Date	Espèce	Éolienne	Statut biologique	Sexe	Âge	Source
21/06/2023	Pipistrelle commune	E4	Reproducteur	Inconnu	Adulte	Protocole
18/08/2023	Pipistrelle commune	E7	Transits automnaux et swarming	Inconnu	Inconnu	Protocole
30/08/2023	Pipistrelle commune	E7	Transits automnaux et swarming	Inconnu	Inconnu	Protocole
07/09/2023	Pipistrelle commune	E6	Première année	Femelle	Juvénile	Protocole
07/09/2023	Pipistrelle commune	E6	Première année	Mâle	Juvénile	Protocole
07/09/2023	Pipistrelle commune	E5	Première année	Mâle	Juvénile	Protocole
07/09/2023	Pipistrelle commune	E3	Première année	Mâle	Juvénile	Protocole
13/09/2023	Pipistrelle de Kuhl	E3	Transits automnaux et swarming	Mâle	Adulte	Protocole
13/09/2023	Pipistrelle commune	E1	Transits automnaux et swarming	Femelle	Adulte	Protocole
19/09/2023	Pipistrelle commune	E6	Première année	Mâle	Juvénile	Protocole
19/09/2023	Pipistrelle commune	E1	Première année	Mâle	Juvénile	Protocole
02/10/2023	Pipistrelle commune	E5	Transits automnaux et swarming	Mâle	Intermédiaire	Protocole
11/10/2023	Pipistrelle commune	E8	Transits automnaux et swarming	Mâle	Adulte	Protocole
11/10/2023	Pipistrelle commune	E8	Transits automnaux et swarming	Femelle	Juvénile	Protocole
11/10/2023	Pipistrelle commune	E2	Transits automnaux et swarming	Femelle	Inconnu	Protocole

Tableau 17 : Chiroptères découverts lors du suivi mortalité du parc éolien de La Ferrière

**Avec 15 cadavres de chiroptères recensés, la mortalité brute observée sur le parc de La Ferrière est de 1,9 individu par éolienne sur la période de suivi s'étalant de mi-mai à mi-octobre.**

#### 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				Intervalle de confiance à 95 % (mortalité globale)
	Globale	/éolienne	/sortie	/éolienne/sortie	
Erickson	<b>52,74</b>	6,6	2,2	0,3	45,41 – 61,04
Huso	<b>69,22</b>	8,7	2,9	0,4	60,21 – 79,25
Jones	<b>75,36</b>	9,4	3,1	0,4	65,34 – 86,63

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 18 : Estimations de la mortalité des chiroptères pour l'ensemble du parc éolien de La Ferrière sur la période de suivi selon les méthodes utilisées

**Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 53 à 76 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 46 et 87 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).**

La précision des estimations est relativement élevée (intervalles de confiance). Par ailleurs, au moins 46 cadavres sont estimés, quel que soit l'estimateur. Compte tenu des espèces retrouvées lors de ce suivi, cela représente un impact potentiellement fort.

Les paramètres correcteurs peuvent avoir une influence forte sur les estimations et les intervalles de confiance. Compte tenu de la rotation céréalière (parcelles majoritairement en maïs cette année), la surface moyenne prospectée est très faible, et la correction surfacique peut fortement impacter les estimations de la mortalité.

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 15 cadavres de chiroptères trouvés correspondent à 14 Pipistrelles communes et une Pipistrelle de Kuhl. Il convient de considérer que cette mortalité observée n'est pas nécessairement représentative de la mortalité réelle par groupe taxonomique. La Pipistrelle commune est l'espèce la plus impactée en France et en Europe (cf. 4.3.1.2 Bilan national et européen de la mortalité des chiroptères). En revanche, la Pipistrelle de Kuhl est plus rarement mentionnée, bien que cela puisse être lié à un défaut d'identification.

**La Pipistrelles commune, espèce majoritairement retrouvée lors de ce suivi de mortalité, est une espèce fréquemment concernée par des cas de mortalité. La Pipistrelle de Kuhl fait elle-aussi partie des espèces fréquemment retrouvées, bien que moins souvent que la commune.**

#### 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 de juin, août, septembre et octobre (figure suivante).

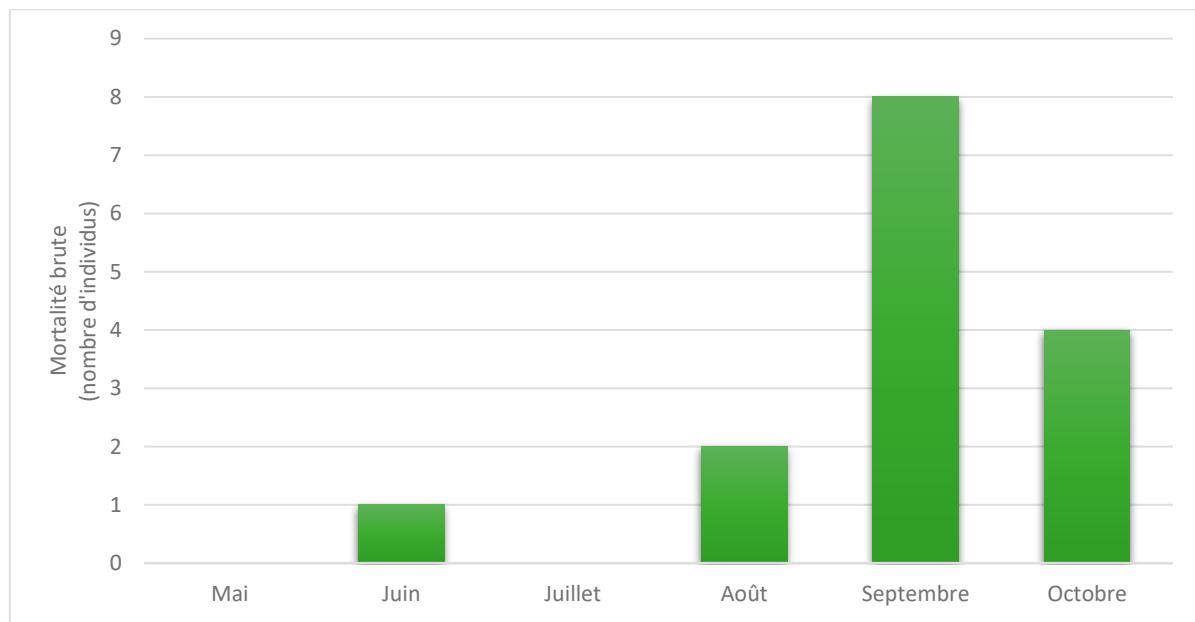


Figure 25 : Mortalité brute observée sur le parc éolien de La Ferrière en fonction de chaque mois suivi

La mortalité observée est la plus importante aux mois de septembre et octobre. Compte tenu des caractéristiques des individus retrouvés (espèce, date, critères morphologiques), la période concernée correspond à celle du transit automnal et de swarming. Dans une moindre mesure, la période de mise-bas et d'élevage des jeunes est aussi concernée.

La mortalité fluctue entre 1 et 8 individus sur les mois concernés. On notera qu'un nombre assez important d'individus ont été retrouvés sur un laps de temps relativement court, correspondant à la période de transits automnaux/swarming et dans des conditions similaires (orientation, état des cadavres...). Cette forte vague de mortalité a par ailleurs pu être observée de manière concomitante sur d'autres parcs bretons situés sur un même couloir, laissant envisager un passage important de migrants, bénéficiant possiblement de conditions météorologiques favorables. Cependant, 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)		
	Transits printaniers	Mise-bas	Transits automnaux
	16 mars au 31 mai, 3 visites	1er juin au 15 août, 10 visites	16 août au 15 novembre, 11 visites
Erickson	<b>0,00</b>	<b>4,32</b> (1,00 – 15,02)	<b>53,80</b> (44,97 – 65,10)
Huso	<b>0,00</b>	<b>5,25</b> (1,00 – 17,83)	<b>71,18</b> (60,69 – 84,41)
Jones	<b>0,00</b>	<b>5,93</b> (1,00 – 20,59)	<b>77,23</b> (65,46 – 92,15)

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 19 : Mortalité estimée par période sur l'ensemble du parc éolien de La Ferrière

Compte tenu que tous les individus retrouvés en période théorique de transits automnaux / swarming peuvent être considérés comme des individus en transit, la mortalité apparaît plus importante en période de transits automnaux / swarming. Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 54 à 78 individus pour l'ensemble du parc sur cette période, et la mortalité réelle devrait se situer entre 45 et 93 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur). La précision des estimations est assez faible mais suffisante pour interpréter les résultats (non-recouplement des intervalles de confiance).

***La mortalité des chiroptères sur le parc de La Ferrière semble principalement concentrée sur la période de transits automnaux / swarming.***

#### 4.3.5 Résultats spatialisés par éolienne

##### 4.3.5.1 Mortalité brute

Durant ce suivi, des cas de mortalité de chiroptères ont été observés sous chacune des huit éoliennes du parc, entre un et trois individus selon les machines (carte suivante). Étant donnés les facteurs tels que, notamment, la prédation, il n'est pas impossible que la mortalité réelle soit plus importante.



Carte 5 : Répartition des cadavres de chiroptères trouvés par éolienne

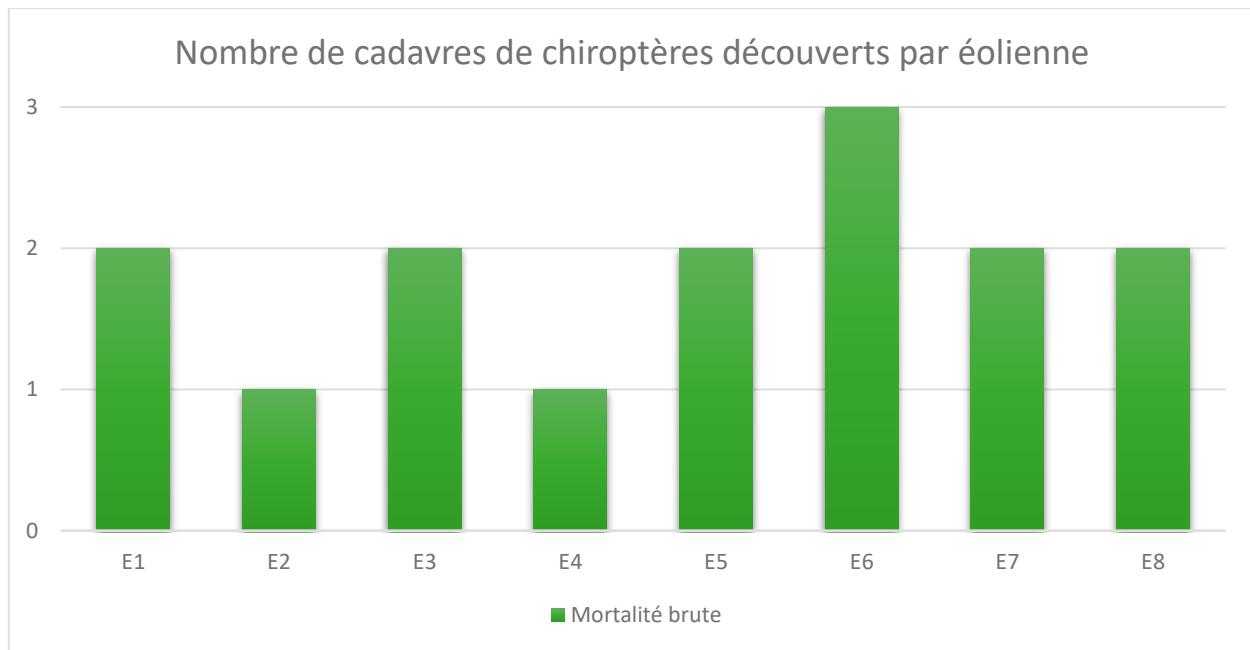


Figure 26 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi

#### 4.3.5.2 Mortalité estimée

Méthodes	Mortalité estimée (individus / éolienne)			
	E1	E2	E3	E4
Erickson	<b>6,94</b> (2,00 - 21,42)	<b>3,03</b> (1,00 - 12,24)	<b>5,87</b> (2,00 - 21,09)	<b>3,69</b> (1,00 - 13,94)
Huso	<b>8,72</b> (2,00 - 25,11)	<b>4,22</b> (1,00 - 15,99)	<b>7,57</b> (2,00 - 25,33)	<b>4,77</b> (1,00 - 17,47)
Jones	<b>9,76</b> (2,00 - 29,68)	<b>4,51</b> (1,00 - 17,46)	<b>8,41</b> (2,00 - 29,84)	<b>5,19</b> (1,00 - 19,47)

Méthodes	Mortalité estimée (individus / éolienne)			
	E5	E6	E7	E8
Erickson	<b>14,66</b> (2,00 - 53,99)	<b>8,08</b> (3,00 - 25,79)	<b>8,72</b> (2,00 - 30,61)	<b>9,11</b> (2,00 - 39,49)
Huso	<b>19,30</b> (2,00 - 63,93)	<b>10,74</b> (3,00 - 31,57)	<b>11,36</b> (2,00 - 35,32)	<b>10,33</b> (2,00 - 42,38)
Jones	<b>21,47</b> (2,00 - 75,63)	<b>11,77</b> (3,00 - 35,91)	<b>12,65</b> (2,00 - 44,24)	<b>12,42</b> (2,00 - 65,68)

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 20 : Mortalité estimée des chiroptères par éolienne

Il semble intéressant de noter que l'éolienne E6, sur laquelle la mortalité observée a été la plus forte, possède un rotor d'un modèle différent des sept autres, et est en léger décalage par rapport à l'axe global du parc. Étant l'éolienne ayant entraînée la mortalité brute observée la plus forte, il est possible d'émettre l'hypothèse que cette éolienne soit potentiellement plus mortifère que les autres. Toutefois, la précision des estimations ne permet pas de dégager de différence significative entre les machines.

***D'après ces résultats, il ne semble pas possible de mettre en évidence l'effet plus mortifère d'une éolienne par rapport aux autres, malgré une mortalité brute observée plus importante sur l'éolienne E6.***

#### 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 pourraient être à l'origine de la mortalité sur le parc de La Ferrière :

La distribution saisonnière des cas de mortalité (observés) révèle une mortalité plus forte lors de la saison des transits automnaux et de swarming.

Il est à noter qu'une grande partie des individus ont été retrouvés sur un laps de temps très court (plus de 53 % de l'ensemble des individus de chiroptères retrouvés sur trois sorties), et ce, suite à un épisode de très fortes chaleurs succédant à une période de températures un peu plus fraîches. Cela peut expliquer un regain d'activité des chiroptères à ce moment-là, sur une période où ils sont particulièrement actifs de manière générale, et particulièrement vulnérables (envol des jeunes, rassemblements postnuptiaux etc) ; par ailleurs, ce phénomène a pu être observé sur d'autres parcs éoliens bretons situés plus ou moins sur un même couloir. Il est donc possible qu'une importante vague migratoire ait eu lieu à ce moment, favorisées par les conditions climatiques. Compte tenu de ces

éléments, le parc éolien de La Ferrière pourrait représenter un risque pour les chiroptères en transit et swarming.

Par ailleurs, on peut noter que les estimations ne permettent pas de mettre en évidence une différence significative de mortalité par éolienne. L'hypothèse selon laquelle l'éolienne E6 pourrait être plus mortifère (mortalité brute observée plus importante et rotor plus grand que les sept autres machines) ne peut ainsi pas être confirmée, et nécessite a minima une autre année de suivi.

***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/ou l'emplacement du parc sur un secteur de swarming régulier pour la Pipistrelle commune, ou sur un couloir de migration,***
- des conditions météorologiques favorables à un regain d'activité nocturne sur l'espace de quelques semaines,***
- la taille de rotor plus importante de l'éolienne E6,***
- l'emplacement des éoliennes proches de parcelles boisées. Les milieux boisés et les alignements arborés et arbustifs sont généralement riches et densement fréquentés par les chiroptères.***

### 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 La Ferrière, ainsi que leur note de risque éolien.

Espèce	Statut de protection		Statut de conservation (IUCN)			Note de risque éolien	Effectifs
	Directive Habitat-Faune-Flore	Mammifères protégés France	Europe	France	Région		
Pipistrelle commune	Annexe IV	Article 2	LC	NT	LC	3,5	14
Pipistrelle de Kuhl	Annexe IV	Article 2	LC	LC	LC	3	1

LC : Préoccupation mineure / NT : Quasi menacée / DD : Données insuffisantes / NA : Non applicable / NE : Non évalué  
■ : Éléments de patrimonialité

Tableau 21 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées

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

**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 plus de 40 % des cadavres retrouvés en France entre 2003 et 2023. De plus, même si c'est 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). L'état des populations est en déclin, avec une perte estimée en France métropolitaine de 9 % de la population entre 2006 et 2019 (Bas et al., 2020). Sa note de risque à l'éolien est de 3,5, soit forte.

Sur le site, c'est l'espèce la plus contactée en nacelle avec près de 3 000 contacts. Elle est présente toute la saison. C'est d'ailleurs l'espèce représentant la majorité des cadavres qui ont été découverts.

Au vu de ces éléments, l'impact du parc sur la Pipistrelle commune est **considéré comme fort et significatif en 2023**. La mise en place d'une programmation préventive des éoliennes est proposée afin de réduire cet impact.

**La Pipistrelle de Kuhl** possède un style de vol semblable à la Pipistrelle commune. Les hauteurs de vol sont généralement entre 1 et 10 mètres, mais elle peut exploiter des essaims d'insectes jusqu'à plusieurs centaines de mètres de hauteurs (Dietz et al., 2009, p. 304). Elle chasse régulièrement avant le coucher du soleil. L'impact des éoliennes est important sur cette espèce puisqu'elle représente 10,8 %

des cadavres retrouvés en France entre 2003 et 2023. Cependant, lors du dernier Plan National d'Actions Chiroptères 2009-2013, une tendance d'évolution des populations à la hausse a été constatée (PNA Chiroptères - Bilan technique final, 2014). Cette tendance reste à confirmer, l'état de la population entre 2006 et 2019 apparaît plutôt stable avec un déclin estimé en France métropolitaine de 8 % (Bas *et al.*, 2020). Sa note de risque à l'éolien est de 2,5.

Sur le site, c'est la deuxième espèce la plus contactée avec plus de 460 contacts certains lors des inventaires en nacelle et 970 contacts pour le groupe des Pipistrelles de Kuhl / Natusius. Tout comme la Pipistrelle commune, elle est majoritairement contactée en automne, son activité est cependant moindre que la Pipistrelle commune.

Avec un cas de mortalité observé, l'impact du parc sur cette espèce est **considéré comme faible et non significatif en 2023**.

*Parmi les espèces à enjeu et/ou présentant un risque élevé, ciblées lors de l'étude d'impact, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl ont été recensées durant de ce suivi.*

*Compte tenu de la mortalité observée et des espèces concernées, le parc de La Ferrière semble présenter, en 2023, un impact fort et significatif sur la Pipistrelle commune et faible et non-significatif sur la Pipistrelle de Kuhl.*

*Une mesure de bridage préventif semble nécessaire afin de protéger les chiroptères pour la suite de l'exploitation du parc, notamment en période de transits automnaux.*

#### 4.3.8 Synthèse

• *La mortalité brute relevée sur l'ensemble du suivi (mi-mai à mi-octobre 2023) est de 15 individus de chiroptères, majoritairement de la Pipistrelle commune (14 individus, contre un individu de Pipistrelle de Kuhl), cela correspond à 1,9 individu par éolienne.*

*Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 53 à 76 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 46 et 87 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur). Ainsi, au moins 46 cadavres sont estimés sur la période de suivi.*

• *La mortalité des chiroptères semble concentrée en fin d'été et à l'automne, durant les phases de transit automnal et de swarming, une période de forte activité des chiroptères. Les causes de cette mortalité peuvent être liées à :*

- la localisation du parc, possiblement le long d'un axe/couloir de migration de chiroptères, ainsi que le milieu, avec la présence de zones arborées.

- un regain d'activité des chiroptères au début du mois de septembre, correspondant à la fois à l'envol des jeunes, aux rassemblements post-nuptiaux-swarming, et au début des transits automnaux.

- Par ailleurs, bien que les estimations ne permettent pas de conclure avec certitude sur l'influence significative d'une éolienne en particulier, il semble intéressant de noter que l'éolienne E6, présentant un rotor différent, est l'éolienne avec la mortalité observée la plus forte.

- *Parmi les espèces à enjeu et/ou sensibilité élevé ciblées lors de l'étude d'impact, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl ont été recensées durant de ce suivi.*
- *Compte tenu de la mortalité observée et des effectifs concernés, le parc de La Ferrière présente, en 2023, un impact considéré comme ponctuellement fort et significatif sur la Pipistrelle commune en période de reproduction et de transits automnaux/swarming.*
- *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.*
- *Des mesures visant à mettre en place un bridage préventif sont préconisées afin de limiter l'impact du parc sur les chiroptères, et notamment, sur les espèces à enjeux précédemment citées, en période de migration et swarming.*
- *De nouveaux suivis seront nécessaires afin d'améliorer la précision des estimations de la mortalité réelle. Au regard des intervalles de confiance, cette dernière pourrait en effet être élevée.*



## 5 Mesures correctrices



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

### 5.1.1 Programmation préventive

#### 5.1.1.1 Historique des programmations préventives

Aucune mesure de bridage préventif n'était en place sur le parc jusqu'en 2023.

#### 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 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 (du 1<sup>er</sup> juin au 31 octobre). 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 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 la Ferrière, les inventaires montrent une activité plus importante en automne (mois de septembre et d'octobre particulièrement).

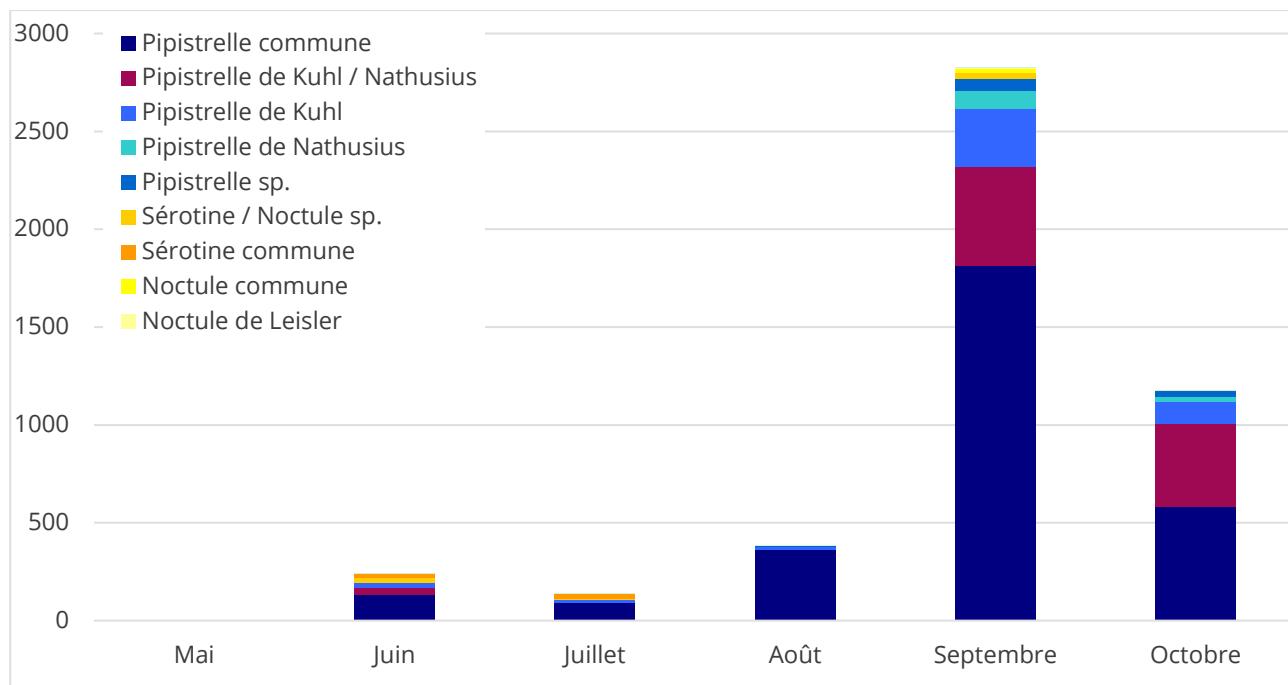


Figure 27 : Répartition mensuelle du nombre de contacts

**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. On constate en effet des niveaux d'activités qui peuvent rester assez réguliers dans la nuit à certaines périodes. Ceci est surtout observé à partir au printemps et en automne, où les niveaux d'activité restent non négligeables tout au long de la nuit.

Les autres périodes sont plus conformes aux attendus avec une activité plus forte en début de nuit (avril à juin puis octobre).

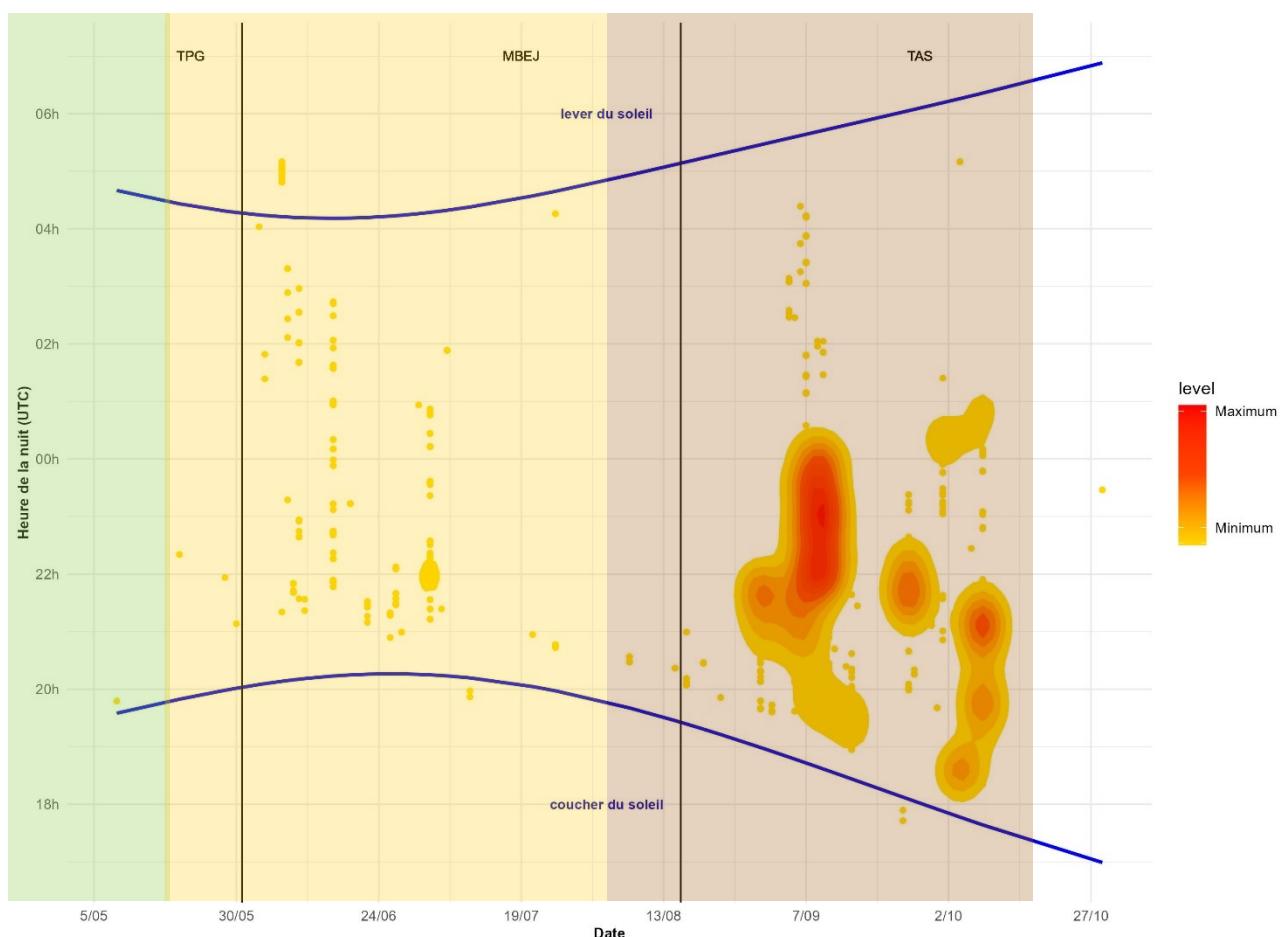


Figure 28 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du rythme circadien

**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.**

## 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 les chiroptères ont volé majoritairement sous les 5 m/s avec 98 % de l'activité sous cette valeur. Un certain nombre de contacts est cependant enregistré jusqu'à 10,5 m/s.

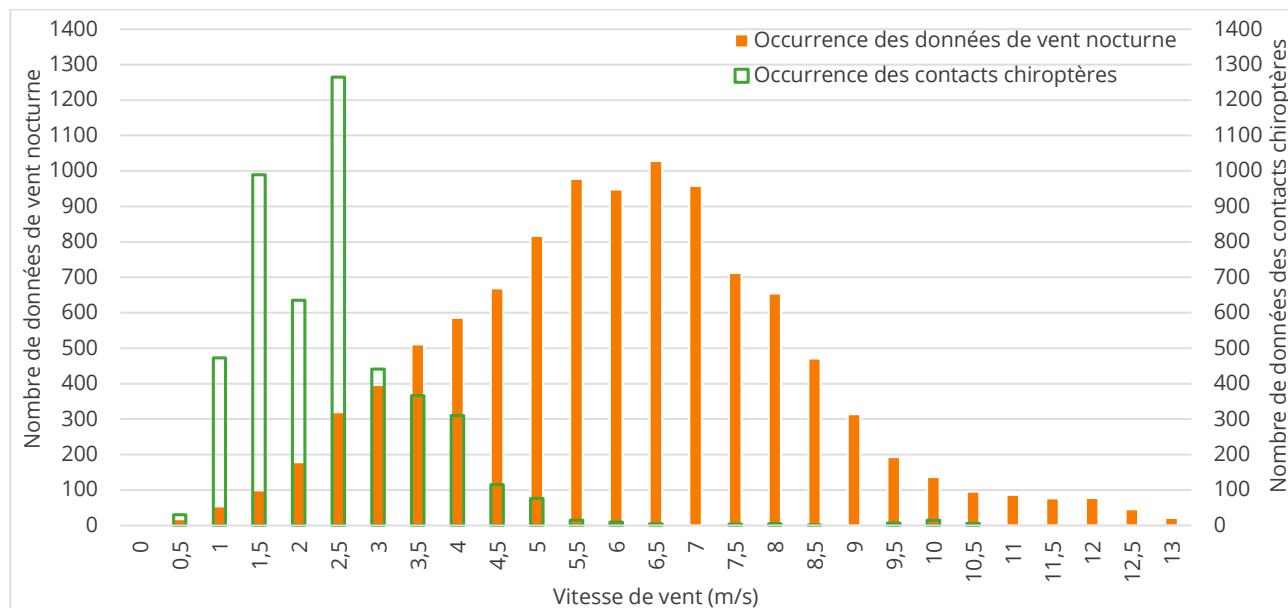


Figure 29 : Activité chiroptérologique en fonction de la vitesse du vent

**Les seuils de déclenchements tiendront compte des capacités des chiroptères sur le site à évoluer sous des valeurs de vents allant jusqu'à 10,5 m/s. Le seuil des 98 % est atteint à 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, une majorité du nombre total de cris est obtenu pour des températures supérieures à 12°C. Cette tendance peut s'expliquer par la rareté des proies lorsque les températures sont trop basses.

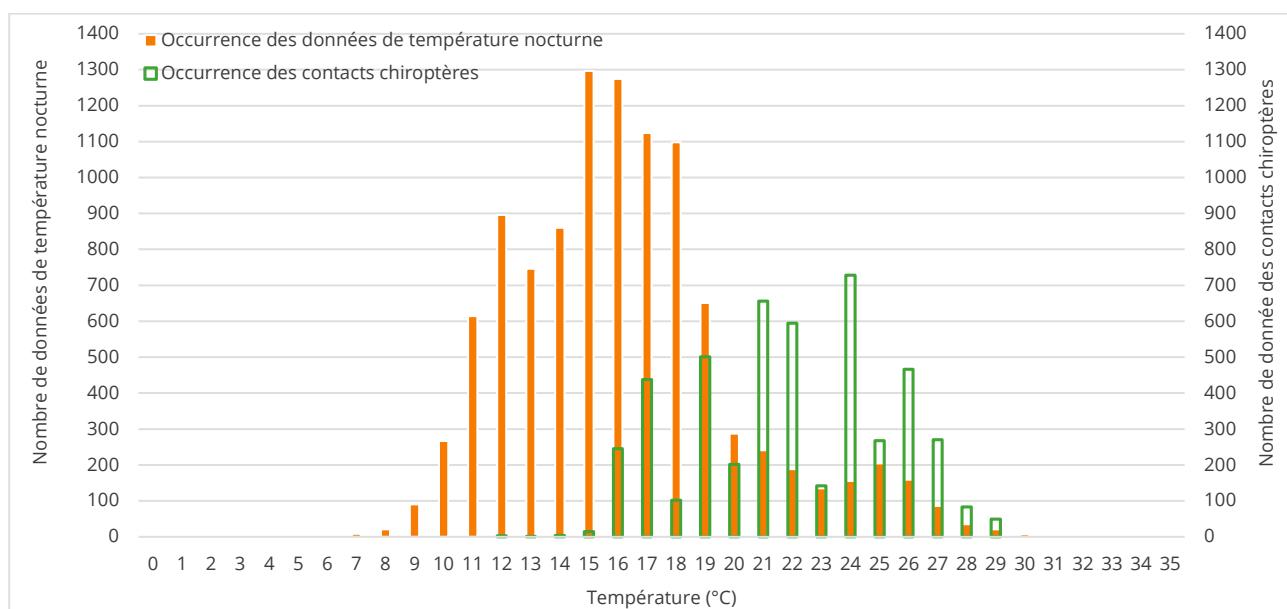


Figure 30 : Activité chiroptérologique en fonction des températures

**Un seuil minimal de 10°C est proposé pour la période d'activité des chiroptères, conformément à la bibliographie et aux résultats sur site.**

### 5.1.1.2.2 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 de transits automnaux. Les inventaires ont effectivement montré une présence plus marquée des chiroptères lors de ces phases biologiques.

***Les critères retenus sont présentés dans le tableau suivant. Notons que dans le tableau est affiché le pourcentage de l'activité chiroptérologique couvert par la mesure pour chaque mois d'inventaire et finalement pour l'ensemble de la période étudiée.***

***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.***

Périodes		Mois	Contacts par mois	Pourcentage d'activité des chiroptères couvert par les critères suivants	Modalités d'arrêt		Modalités de redémarrage
					Créneau horaire	Vitesse de vent inférieure en m/s à hauteur de moyeu	
Cycle actif des chiroptères	Phase printanière	Mai	8	0 %	Toute la nuit (de 30 min avant le coucher du soleil jusqu'à 30 min après le lever du soleil)	5 m/s	Température de l'air inférieure à 12°C et/ou pluie ( $\geq 5$ mm/h)
	Phase estivale	Juin	240	86,7 %			
		Juillet	138	97,8 %			
		Août	382	100,0 %			
	Phase automnale	Septembre	2 827	99,1 %			
		Octobre	1 177	99,7 %			
		Novembre	-	-			
Total sur la période inventoriée			4 768	98,6 %			

**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 avifaune

Le parc n'ayant pas d'incidence significative aux vues des résultats 2023, aucune mesure spécifique n'est proposée. Il est en effet probable que l'avifaune migratrice, bénéficie des mesures de bridages dédiées aux chiroptères, bien que celle-ci semble être moins impactée que les individus reproducteurs sur le parc de La Ferrière.

Une formation des équipes de maintenance sur la conduite à tenir en cas de reproduction d'oiseaux sur une structure pourrait être envisagée.

# 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).....	13
Figure 2 : Tendances des populations pour six espèces de chauves-souris en France entre 2006 et 2018 (Bas et al., 2020) .....	17
Figure 3 : Diminution de l'activité de la Sérotine commune sur le parc éolien de Midlum (Bach & Rahmel 2004) .....	19
Figure 4 : Ration du temps passé en hauteur pour chaque espèce de chiroptères (Adapté de Roemer et al., 2017). .....	21
Figure 5 : Représentation schématique des comportements de vols de chauves-souris à proximité d'une éolienne .....	22
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) .....	25
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).....	26
Figure 8 : Nombre de cas de mortalité 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) .....	28
Figure 9 : Contours isolignes des déclins 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 population initiales possibles ( $N_i$ ) et de taux de croissance de population ( $\lambda$ ) (Frick et al., 2017) .....	30
Figure 10 : Dispositif installé dans la nacelle d'éolienne (copyright : B.A.T.).....	38
Figure 11 : Indices de confiance établis par SonoChiro® et risques d'erreurs associés.....	39
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.....	59
Figure 14 : Répartition mensuelle du nombre de contacts .....	60
Figure 15 : Répartition du nombre de contacts par nuit durant l'ensemble de la période d'inventaire ..	62
Figure 16 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien .....	63
Figure 17 : Activité des chiroptères en fonction de la température .....	64
Figure 18 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la température .....	65
Figure 19 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent.....	65
Figure 20 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction du vent .....	66
Figure 21 : Proportions (%) des cas de collision avec les éoliennes en fonction des ordres, en France et en Europe (d'après Dürr, 2023).....	77

Figure 22 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi .....	81
Figure 23 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi .....	83
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) .....	93
Figure 25 : Mortalité brute observée sur le parc éolien de La Ferrière en fonction de chaque mois suivi .....	97
Figure 26 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi .....	100
Figure 27 : Répartition mensuelle du nombre de contacts .....	110
Figure 28 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du rythme circadien .....	111
Figure 29 : Activité chiroptérologique en fonction de la vitesse du vent .....	112
Figure 30 : Activité chiroptérologique en fonction des températures .....	113

### Tableaux

Tableau 1 : Valeurs seuils des échelles d'activité globale en fonction des différents protocoles .....	40
Tableau 2 : Valeurs seuils des échelles de diversité spécifique en fonction des différents protocoles ....	40
Tableau 3 : Paramètres des tests de d'efficacité effectués sur l'année de suivi .....	46
Tableau 4 : Postulats de chaque méthode d'estimation .....	50
Tableau 5 : Dates et conditions météorologiques des inventaires du milieu naturel .....	51
Tableau 6 : Répartition mensuelle du nombre de contacts par espèce .....	58
Tableau 7 : Répartition mensuelle du nombre de contacts .....	60
Tableau 8 : Résultats de la diversité spécifique en fonction des études menées sur le site .....	68
Tableau 9 : Résultats des tests d'efficacité .....	73
Tableau 10 : Résultats des tests de persistance .....	73
Tableau 11 : Synthèse des surfaces prospectées .....	74
Tableau 12 : Cause de mortalité des oiseaux (Guide de l'étude d'impact des parcs éoliens 2010, d'après les données issues de la LPO, AMBE) .....	75
Tableau 13 : Oiseaux découverts lors du suivi mortalité .....	79
Tableau 14 : Estimations de la mortalité de l'avifaune pour l'ensemble du parc de La Ferrière sur la période de suivi selon les méthodes utilisées .....	79
Tableau 15 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées .....	85
Tableau 16 : Sensibilité et note de risque des chiroptères vis-à-vis des éoliennes .....	92
Tableau 17 : Chiroptères découverts lors du suivi mortalité du parc éolien de La Ferrière .....	95
Tableau 18 : Estimations de la mortalité des chiroptères pour l'ensemble du parc éolien de La Ferrière sur la période de suivi selon les méthodes utilisées .....	96
Tableau 19 : Mortalité estimée par période sur l'ensemble du parc éolien de La Ferrière .....	98
Tableau 20 : Mortalité estimée des chiroptères par éolienne .....	100
Tableau 21 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées .....	103

### Cartes

Carte 1 : Localisation du parc éolien de La Ferrière .....	8
Carte 2 : Localisation du parc éolien de La Ferrière sur photographie aérienne .....	9
Carte 3 : Localisation du dispositif BATmode S2+ .....	41
Carte 4 : Répartition des cadavres d'oiseaux trouvés par éolienne .....	82
Carte 5 : Répartition des cadavres de chiroptères trouvés par éolienne .....	99

### Photographie

Photo 1 : Exemple de situation à risque : brouillard en hauteur masquant tout ou partie des pales. ©Encis Environnement .....	16
---	----

# 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. & Ta,kersley 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 Castelnau-Pegayrols (12): Suivi pluriannuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2ème, 3ème et 4ème années d'exploitation (2009-2011), 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. Gorrensen 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. & Rodriges 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. — *Techno metrics* 48: 241–251.

Georgiakakis, P. Kret E. Cárcamo B. Doutau B. Kafkaleto-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.

Grodsby, S.M., M.J. Behr, A. Gandler, 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.

Hötker 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. Kerbiriou (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. Kerbiriou (2013): Mitigating bat fatalities from wind-power plants through targeted curtailment: results from 4 years of testing of CHIOTECH©. 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, Zoogdiervereniging & 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 esptembre 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 Sitting 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 chauves-souris. – 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).

## Annexes

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

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

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

## Annexe 4 : Sorties mortalité réalisées en 2023

Chercheurs	Période biologique avifaune (théorique)	Période biologique chiroptères (théorique)	Date	H. début	H. fin	T. début (°C)	T. fin (°C)	CN (%)	Pluie	Vent
E JOMAT	Transits printaniers (16 mars - 31 mai)	Mise-bas / élevage des jeunes (1er juin - 15 août)	17/05/2023	7:10	11:30	7	16	0	absente	faible
E JOMAT			23/05/2023	8:05	11:50	14	18	25	absente	moyen à fort
E JOMAT			29/05/2023	7:55	11:30	13	18	0	absente	moyen à fort
E JOMAT			07/06/2023	7:40	11:35	14	23	0	absente	moyen à fort
E JOMAT			13/06/2023	8:25	12:15	18	26	20	absente	faible
E JOMAT			21/06/2023	8:20	15:55	17	27	30	absente	faible
E JOMAT			27/06/2023	8:01	11:28	14	19	0	absente	faible
L VIBERT			04/07/2023	10:40	13:45	14	20	100	averses	moyen à fort
L VIBERT			10/07/2023	8:10	12:00	14	21	100-60	absente	moyen à fort
C MADEC			17/07/2023	17:30	20:00	21	21	30	absente	faible
T LEROY			26/07/2023	10:00	12:40	16	19	100	averses	faible
L VIBERT			02/08/2023	8:15	11:35	15	17	100	averses	moyen à fort
L VIBERT			09/08/2023	8:10	11:55	14	21	100-50	absente	absent
L VIBERT	Migration post-nuptiale (1er sept - 30 nov)	Transits automnaux / swarming (16 août - 15 novembre)	18/08/2023	7:35	11:25	16	27	90-50	absente	faible
L VIBERT			23/08/2023	8:25	11:45	15	23	75	absente	moyen à fort
L VIBERT			30/08/2023	8:20	12:15	12	18	10-100	absente	faible
L VIBERT			07/09/2023	8:00	12:30	19	28	50	absente	faible
L VIBERT			13/09/2023	7:45	12:10	10	20	25	absente	moyen à fort
L VIBERT			19/09/2023	8:45	13:00	15	19	90	absente	moyen à fort
L VIBERT			25/09/2023	8:50	12:50	16	23	10	absente	faible
L VIBERT			02/10/2023	8:50	12:30	14	24	0	absente	moyen à fort
L VIBERT			11/10/2023	8:20	12:10	18	21	100	bruine	moyen à fort
L VIBERT			17/10/2023	9:00	12:30	6	16	50	absente	moyen à fort
T LEROY			24/10/2023	10:00	12:45	8	14	70	absente	faible

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)

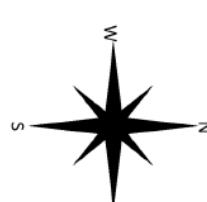
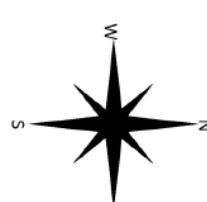
Ordre	France	Europe
Passériformes	1 900	6 098
Accipitriformes	607	5 360
Charadriiformes	378	3 131
Falconiformes	464	1 129
Columbiformes	376	950
Galliformes	321	869
Apodiformes	436	770
Ansériformes	27	628
Ciconiiformes	5	176
Pélécaniformes	14	168
Strigiformes	25	138
Gruiformes	7	104
Inconnu	39	50
Piciformes	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

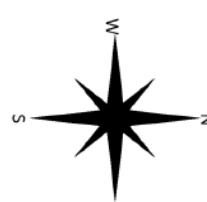
## Annexe 7 : Synthèse des surfaces prospectées par éolienne et par sortie lors du suivi de la mortalité

Sortie	Date	Surface prospectée / éolienne (m <sup>2</sup> )									Facteur de correction (A)
		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
<b>1</b>	17/05/2023	1 738	10 000	9 068	9 238	2 324	2 548	10 000	9 735	<b>5 4651</b>	<b>1.46</b>
<b>2</b>	23/05/2023	1 738	10 000	9 068	9 238	2 324	2 548	10 000	9 735	<b>5 4651</b>	<b>1.46</b>
<b>3</b>	29/05/2023	1 738	9 346	9 068	9 238	1 846	1 611	9 937	9 735	<b>5 2519</b>	<b>1.52</b>
<b>4</b>	07/06/2023	1 064	9 346	9 068	9 238	5 404	1 611	9 371	9 033	<b>5 4135</b>	<b>1.48</b>
<b>5</b>	13/06/2023	1 064	9 346	9 068	9 238	5 404	1 611	9 371	9 033	<b>5 4135</b>	<b>1.48</b>
<b>6</b>	21/06/2023	1 064	9 346	9 068	9 238	5 404	1 611	9 371	9 033	<b>5 4135</b>	<b>1.48</b>
<b>7</b>	27/06/2023	1 064	1 064	9 068	9 238	5 404	1 611	2 018	9 033	<b>3 8500</b>	<b>2.08</b>
<b>8</b>	04/07/2023	1 776	1 700	9 000	9 238	5 404	1 611	2 018	1 522	<b>3 2269</b>	<b>2.48</b>
<b>9</b>	10/07/2023	1 776	1 700	9 000	9 238	5 404	1 611	2 018	1 522	<b>3 2269</b>	<b>2.48</b>
<b>10</b>	17/07/2023	1 776	1 800	7 900	2 150	1 450	5 800	1 700	1 522	<b>2 4098</b>	<b>3.32</b>
<b>11</b>	26/07/2023	1 776	1 800	7 900	2 150	1 450	5 800	1 700	1 522	<b>2 4098</b>	<b>3.32</b>
<b>12</b>	02/08/2023	1 776	1 800	7 900	2 150	1 450	6 000	1 700	1 522	<b>2 4298</b>	<b>3.29</b>
<b>13</b>	09/08/2023	10 000	1 714	7 900	1 564	1 334	9 000	1 670	1 356	<b>3 4538</b>	<b>2.32</b>
<b>14</b>	18/08/2023	9 478	1 714	3 903	1 564	1 334	9 477	1 670	1 356	<b>3 0496</b>	<b>2.62</b>
<b>15</b>	23/08/2023	9 478	1 714	7 900	1 564	1 334	9 477	1 670	1 356	<b>3 4493</b>	<b>2.32</b>
<b>16</b>	30/08/2023	9 478	1 714	7 900	1 564	1 334	9 477	1 670	1 356	<b>3 4493</b>	<b>2.32</b>
<b>17</b>	07/09/2023	9 478	1 714	6 308	1 545	1 334	8 837	1 670	1 356	<b>3 2242</b>	<b>2.48</b>
<b>18</b>	13/09/2023	9 478	1 714	6 308	1 545	1 334	8 837	1 670	1 356	<b>3 2242</b>	<b>2.48</b>
<b>19</b>	19/09/2023	9 478	1 714	1 469	1 445	1 334	5 276	1 670	1 356	<b>2 3742</b>	<b>3.37</b>
<b>20</b>	25/09/2023	9 478	1 714	1 469	1 445	1 334	5 276	1 670	1 356	<b>2 3743</b>	<b>3.37</b>
<b>21</b>	02/10/2023	9 478	10 000	1 469	1 445	1 334	5 276	1 670	1 356	<b>3 2029</b>	<b>2.50</b>
<b>22</b>	11/10/2023	4 739	10 000	1 469	1 445	1 334	5 276	1 670	9 080	<b>3 5014</b>	<b>2.28</b>
<b>23</b>	17/10/2023	1 776	10 000	1 469	1 445	1 334	5 276	1 670	9 080	<b>3 2050</b>	<b>2.50</b>
<b>24</b>	24/10/2023	10 000	10 000	1 469	1 445	1 334	5 276	1 670	9 080	<b>4 0274</b>	<b>1.99</b>
<b>Moyenne sur l'ensemble du suivi</b>		<b>5 028.60</b>	<b>5 040.00</b>	<b>6 425.37</b>	<b>4 483.69</b>	<b>2 469.83</b>	<b>5 030.62</b>	<b>3 718.50</b>	<b>4 682.96</b>	<b>36 879.58</b>	<b>2.35</b>
<b>Proportion (%)</b>		<b>50.29</b>	<b>50.40</b>	<b>64.25</b>	<b>44.84</b>	<b>24.70</b>	<b>50.31</b>	<b>37.19</b>	<b>46.83</b>	<b>46.10</b>	

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

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
1	29.05.2023	08:00	JOMAT Emilien
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,15386578 Longitude : -2,626193461 Numéro de l'éolienne la plus proche : E1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 1.5 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : O Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme			
<b>N° de photos :</b> 01_20230529_FERRIERE_E1_MOTALB <b>Description et identification :</b> Taille de l'oiseau (ailes déployées) : /			
Particularités (couleur, forme quelconque) : oisillon non volant Identification (famille, espèce si possible) : Bergeronnette grise ( <i>Motacilla alba</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment			
<b>Etat du cadavre :</b> <input type="checkbox"/> Frais <input checked="" type="checkbox"/> Avancé <input checked="" type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Dérangement nichée possible			
<b>COMMENTAIRES :</b> Nichée de 6 juvéniles trouvés sur la plateforme, trois morts, les autres semblent assez faibles, mais encore nourris par les adultes. Déplacés dans la haie voisine.			
<b>FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX</b> <b>Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE</b>			
2	29.05.2023	08:00	JOMAT Emilien
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,15386639 Longitude : -2,626183233 Numéro de l'éolienne la plus proche : E1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 1.7 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : O Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme			
<b>N° de photos :</b> 02_20230529_FERRIERE_E1_MOTALB <b>Description et identification :</b> Taille de l'oiseau (ailes déployées) : /			
Particularités (couleur, forme quelconque) : oisillon non volant Identification (famille, espèce si possible) : Bergeronnette grise ( <i>Motacilla alba</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment			
<b>Etat du cadavre :</b> <input type="checkbox"/> Frais <input checked="" type="checkbox"/> Avancé <input checked="" type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Dérangement nichée possible			
<b>COMMENTAIRES :</b> Nichée de 6 juvéniles trouvés sur la plateforme, trois morts, les autres semblent assez faibles, mais encore nourris par les adultes. Déplacés dans la haie voisine.			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
<p><b>LA FERRIÈRE</b></p> <p><b>Point n°</b> 3      <b>Date</b> 29.05.2023      <b>Heure</b> 08:00      <b>Nom du découvreur</b> JOMAT Émilien</p> <p><b>Localisation:</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48,15384984 Longitude : -2,626179196 Numéro de l'éolienne la plus proche : E1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 2.0 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : O Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme</p> 			
<p><b>LA FERRIÈRE</b></p> <p><b>Point n°</b> 4      <b>Date</b> 13.06.2023      <b>Heure</b> 10:58      <b>Nom du découvreur</b> JOMAT Émilien</p> <p><b>Localisation:</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte</p> <p>Latitude : 48,14903663 Longitude : -2,600268351 Numéro de l'éolienne la plus proche : E5 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 20 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : O Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : friche</p> 			
<p><b>N° de photos :</b> 03_20230529_FERRIERE_E1_MOTALB</p> <p><b>Description et identification:</b> Taille de l'oiseau (ailes déployées) : /</p> <p><b>Particularités (couleur, forme quelconque) :</b> oisillon non volant</p> <p><b>Identification (famille, espèce si possible) :</b> Bergeronnette grise (<i>Motacilla alba</i>)</p> <p><b>Etat de l'individu:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Mort      <input type="checkbox"/> Fragment</p> <p><b>Etat du cadavre:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Frais      <input checked="" type="checkbox"/> Avancé      <input checked="" type="checkbox"/> Décomposé      <input type="checkbox"/> Sec</p> <p><b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :</b> Dérangement nichée possible</p> <p><b>COMMENTAIRES :</b> Nichée de 6 juvéniles trouvés sur la plateforme trois morts, les autres semblent assez faibles, mais encore nourris par les adultes. Déplacés dans la haie voisine.</p>			
<p><b>N° de photos :</b> 04_20230613_FERRIERE_E5_BUTBUT</p> <p><b>Description et identification:</b> Taille de l'oiseau (ailes déployées) : /</p> <p><b>Particularités (couleur, forme quelconque) :</b> /</p> <p><b>Identification (famille, espèce si possible) :</b> Buse variable (<i>Buteo buteo</i>)</p> <p><b>Etat de l'individu:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Mort      <input type="checkbox"/> Fragment</p> <p><b>Etat du cadavre:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Frais      <input checked="" type="checkbox"/> Avancé      <input checked="" type="checkbox"/> Décomposé      <input type="checkbox"/> Sec</p> <p><b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :</b> Collision probable</p> <p><b>COMMENTAIRES :</b> cadavre trouvé en zone habituellement non prospectée (friche)</p>			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : <b>LA FERRIÈRE</b>			
Point n° <b>5</b>	Date : 21.06.2023	Heure : 10:36	Localisation : Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : <b>48,14897603</b> Longitude : <b>-2,607231195</b> Numéro de l'éolienne la plus proche : <b>E4</b> Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : <b>44</b> Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : <b>NO</b> Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : <b>jeune culture maïs</b>
			
N° de photos : <b>05_20230621_FERRIERE_E4_APUAPU</b> Description et identification : Taille de l'oiseau (ailes déployées) : <b>/</b> Particularités (couleur, forme quelconque) : <b>/</b> Identification (famille, espèce si possible) : <b>Martinet noir (Apus apus)</b>			
N° de photos : <b>06_20230621_FERRIERE_E4_PIPPIP</b> Description et identification : Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 31.4mm Particularités (couleur, forme quelconque) : <b>/</b> Identification (famille, espèce si possible) : <b>Pipistrelle commune (Pipistrellus pipistrellus)</b>			
Etat de l'individu : <input checked="" type="checkbox"/> Vivant (blessé) <b>X</b> Mort <input type="checkbox"/> Fragment Etat du cadavre : <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : <b>Collision probable</b> Commentaires : <b>/</b>			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVE-SOURIS			
Nom du parc éolien : <b>LA FERRIÈRE</b>			
Point n° <b>6</b>	Date : 21.06.2023	Heure : 11:02	Localisation : Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : <b>48,14866109</b> Longitude : <b>-2,6066834456</b> Numéro de l'éolienne la plus proche : <b>E4</b> Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : <b>1</b> Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : <b>SE</b> Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : <b>plateforme</b>
N° de photos : <b>06_20230621_FERRIERE_E4_PIPPIP</b> Description et identification : Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 31.4mm Particularités (couleur, forme quelconque) : <b>/</b> Identification (famille, espèce si possible) : <b>Pipistrelle commune (Pipistrellus pipistrellus)</b>			
Etat de l'individu : <input checked="" type="checkbox"/> Vivant (blessé) <b>X</b> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/> Blessure apparente <b>X</b> Sans blessure visible Etat du cadavre : <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <b>X</b> Sec Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) : <b>Barotraumatisme probable</b> Commentaires : <b>/</b>			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX				FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien: <b>LA FERRIÈRE</b>		Nom du parc éolien: <b>LA FERRIÈRE</b>					
Point n°	Date:	Heure:	Nom du découvreur:	Point n°	Date:	Heure:	Nom du découvreur:
7	26.07.2023	10:12	LEROUY Thomas	8	09.08.2023	11:25	VIBERT Laëtitia
Localisation:	Localisation:						
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte	Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte						
Latitude : 48,15330798	Latitude : 48,15424209						
Longitude : -2,582716663	Longitude : -2,626312874						
Numéro de l'éolienne la plus proche : E8	Numéro de l'éolienne la plus proche : E1						
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 8	Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 39						
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : SO	Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : N						
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : végétation nudérale	Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : chaumes de blés						
N° de photos : 07_20230726_FERRIERE_E8_TURPHI	N° de photos : 08_20230809_FERRIERE_E1_BUTBUT						
Description et identification:	Description et identification:						
Taille de l'oiseau (ailes déployées) : /	Taille de l'oiseau (ailes déployées) : /						
Particularités (couleur, forme quelconque) : /	Particularités (couleur, forme quelconque) : /						
Identification (famille, espèce si possible) : Grive musicienne ( <i>Turdus philomelos</i> )	Identification (famille, espèce si possible) : Buse variable ( <i>Buteo buteo</i> )						
Etat de l'individu:	Etat de l'individu:						
<input checked="" type="checkbox"/> Vivant (blessé)	<input checked="" type="checkbox"/> Vivant (blessé)						
<input checked="" type="checkbox"/> Mort	<input checked="" type="checkbox"/> Mort						
<input checked="" type="checkbox"/> Fragment	<input checked="" type="checkbox"/> Fragment						
Etat du cadavre:	Etat du cadavre:						
<input type="checkbox"/> Frais	<input checked="" type="checkbox"/> Avancé						
<input type="checkbox"/> Décomposé	<input type="checkbox"/> Décomposé						
<input type="checkbox"/> Sec	<input type="checkbox"/> Sec						
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...):	Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...):						
Collision probable	Collision probable, cadavre incomplet						
COMMENTAIRES: /	COMMENTAIRES: cadavre ancien trouvé dans les chaumes de blés après la fauche						

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVE-SOURIS			
Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
9	18.08.2023	11:00	VIBERT Laëtitia
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,15163173 Longitude : -2,588889756 Numéro de l'éolienne la plus proche : E7 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 28 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : SO Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme			
<b>N° de photos :</b> 09_20230818_FERRIERE_E7_PIPPIP			
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 30 mm D3 : 55 mm D5 : 40,5 mm			
Particularités (couleur, forme quelconque) : /			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <b>Etat du cadavre :</b> <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pâle, barotraumatisme...) : Collision et/ou barotraumatisme probable			
COMMENTAIRES : fracture avant-bras gauche			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVE-SOURIS			
Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
10	30.08.2023	08:42	VIBERT Laëtitia
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,15176638 Longitude : -2,5888830147 Numéro de l'éolienne la plus proche : E7 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 13 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : SO Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme			
<b>N° de photos :</b> 10_20230830_FERRIERE_E7_PIPPIP			
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 31 mm D3 : 53,5 mm D5 : 41 mm			
Particularités (couleur, forme quelconque) : /			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <b>Etat du cadavre :</b> <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pâle, barotraumatisme...) : Barotraumatisme probable			
COMMENTAIRES : /			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
11	07.09.2023	09:12	VIBERT Laëtitia
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,15067356 Longitude : -2,594345312 Numéro de l'éolienne la plus proche : E6 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 25.8 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : E Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : chaumes de blés			
<b>N° de photos :</b> 11_20230907_FERRIERE_E6_PIPPIP			
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 32.5 mm D3 : 56 mm D5 : 41 mm Particularités (couleur, forme quelconque) : Femelle 1ère année  Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/> Blessure apparente <input checked="" type="checkbox"/> Sans blessure visible			
<b>Etat du cadavre :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
<b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...):</b> Barotraumatisme probable			
<b>COMMENTAIRES :</b> /			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
12	07.09.2023	09:16	VIBERT Laëtitia
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,15075774 Longitude : -2,594427614 Numéro de l'éolienne la plus proche : E6 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 20.2 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : E Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : chaumes de blés			
<b>N° de photos :</b> 12_20230907_FERRIERE_E6_PIPPIP			
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 31.5 mm D3 : 52 mm D5 : 38 mm Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle 1ère année  Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/> Blessure apparente <input checked="" type="checkbox"/> Sans blessure visible			
<b>Etat du cadavre :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
<b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...):</b> Barotraumatisme probable			
<b>COMMENTAIRES :</b> /			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
13	07.09.2023	09:58	VIBERT Laëtitia
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,1490757 Longitude : -2,600076806 Numéro de l'éolienne la plus proche : E5 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 2.2 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : O Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme			
<b>N° de photos :</b> 13_20230907_FERRIERE_E5_PIPPIP			
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 31 mm D3 : 55 mm D5 : 40,5 mm Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle 1ère année			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/> Blessure apparente <input checked="" type="checkbox"/> Sans blessure visible			
<b>Etat du cadavre :</b> <input type="checkbox"/> Frais <input checked="" type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
<b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...):</b> Barotraumatisme probable			
<b>COMMENTAIRES :</b> /			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
14	07.09.2023	11:24	VIBERT Laëtitia
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,14971141 Longitude : -2,613102536 Numéro de l'éolienne la plus proche : E3 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 17,7 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : E Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Terre nue			
<b>N° de photos :</b> 14_20230907_FERRIERE_E3_PIPPIP			
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 31,5 mm D3 : 52 mm D5 : 40 mm Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle 1ère année			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/> Blessure apparente <input checked="" type="checkbox"/> Sans blessure visible			
<b>Etat du cadavre :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
<b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...):</b> Barotraumatisme probable			
<b>COMMENTAIRES :</b> /			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
15	13.09.2023	10:25	VIBERT Laëtitia
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,14962162 Longitude : -2,613250286 Numéro de l'éolienne la plus proche : E3 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 6.5 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : SE Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme			
<b>N° de photos :</b> 15_20230913_FERRIERE_E3_PIPKUH			
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 34 mm D3 : 61 mm D5 : 44 mm Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle adulte			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle de Kuhl (Pipistrellus kuhlii)			
<b>Etat de l'individu :</b> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/> Blessure apparente <input checked="" type="checkbox"/> Sans blessure visible			
<b>Etat du cadavre :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
<b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...):</b> Barotraumatisme probable			
<b>COMMENTAIRES :</b> /			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
16	13.09.2023	11:24	VIBERT Laëtitia
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,15342719 Longitude : -2,625871021 Numéro de l'éolienne la plus proche : E1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 52.7 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : S Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme			
<b>N° de photos :</b> 16_20230913_FERRIERE_E1_PIPPIP			
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 32 mm D3 : 56 mm D5 : 40 mm Particularités (couleur, forme quelconque) : Femelle adulte			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune (Pipistrellus pipistrellus)			
<b>Etat de l'individu :</b> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/> Blessure apparente <input checked="" type="checkbox"/> Sans blessure visible			
<b>Etat du cadavre :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
<b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...):</b> Barotraumatisme probable			
<b>COMMENTAIRES :</b> /			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVE-SOURIS			
Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
17	19.09.2023	10:04	VIBERT Laëtitia
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,15051296 Longitude : -2,594797509 Numéro de l'éolienne la plus proche : E6 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 21.5 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : S Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme			
<b>N° de photos :</b> 17_20230919_FERRIERE_E6_PIPPIP			
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 30.5 mm D3 : 53.5 mm D5 : 39.5 mm Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle 1ère année			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/> Blessure apparente <input type="checkbox"/> Sans blessure visible			
<b>Etat du cadavre :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) : Barotraumatisme probable			
<b>COMMENTAIRES :</b> Fractures aux deux épaules			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVE-SOURIS			
Nom du parc éolien : LA FERRIÈRE			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
18	19.09.2023	12:50	VIBERT Laëtitia
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,15409099 Longitude : -2,625719452 Numéro de l'éolienne la plus proche : E1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 38.5 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NE Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : jeune culture			
<b>N° de photos :</b> 18_20230919_FERRIERE_E1_PIPPIP			
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 30.5 mm D3 : 54 mm D5 : 41 mm Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle 1ère année			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/> Blessure apparente <input type="checkbox"/> Sans blessure visible			
<b>Etat du cadavre :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) : Barotraumatisme probable			
<b>COMMENTAIRES :</b> /			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVE-SOURIS				FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
<b>Nom du parc éolien:</b> <b>LA FERRIÈRE</b>				<b>Nom du parc éolien:</b> <b>LA FERRIÈRE</b>			
Point n°	Date:	Heure:	Nom du découvreur:	Point n°	Date:	Heure:	Nom du découvreur:
19	02.10.2023	09:47	VIBERT Laëtitia	20	11.10.2023	08:27	VIBERT Laëtitia
<b>Localisation:</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,14838163 Longitude : -2,600358628 Numéro de l'éolienne la plus proche : E5 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 39,7 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : N Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme				<b>Localisation:</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,1538283 Longitude : -2,582370638 Numéro de l'éolienne la plus proche : E8 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 55,4 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : N Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : chaumes de maïs			
<b>N° de photos :</b> 19_20231002_FERRIERE_E5_PIPP				<b>N° de photos :</b> 20_20231011_FERRIERE_E8_COLPAL			
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 31,5 mm D3 : 55 mm D5 : 40,5 mm				<b>Description et identification :</b> Taille de l'oiseau (ailes déployées) : /			
<b>Particularités (couleur, forme quelconque) :</b> Mâle jeune adulte				<b>Particularités (couleur, forme quelconque) :</b> /			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )				Identification (famille, espèce si possible) : Pigeon ramier ( <i>Columba palumbus</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Blessure apparente <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Sans blessure visible <input type="checkbox"/> Fragment				<b>Etat de l'individu :</b> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input checked="" type="checkbox"/> Fragment			
<b>Etat du cadavre :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec				<b>Etat du cadavre :</b> <input type="checkbox"/> Frais <input checked="" type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
<b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...):</b> Barotraumatisme probable				Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...): Collision probable			
<b>COMMENTAIRES :</b> /				COMMENTAIRES: plumée			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE CHAUVES-SOURIS			
FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE CHAUVES-SOURIS			
<b>Localisation :</b>			<b>Localisation :</b>
Point n°	Date :	Heure :	Point n°
21	11.10.2023	08:35	22
			Date :
			11.10.2023
			Heure :
			08:50
			<b>Localisation :</b>
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte			Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte
Latitude : 48,15335142			Latitude : 48,153521
Longitude : -2,582584804			Longitude : -2,58273918
Numéro de l'éolienne la plus proche : E8			Numéro de l'éolienne la plus proche : E8
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 30.5			Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 20.17
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NE			Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : N
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : chaumes de maïs			Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme
<b>N° de photos :</b> 21_202310011_FERRIERE_E8_PIPPIP			
<b>Description et identification :</b>			
Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 31.5 mm			Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 32 mm
D3 : 55 mm			D3 : 55 mm
D5 : 40 mm			D5 : 39 mm
Particularités (couleur, forme quelconque) : Mâle adulte			Particularités (couleur, forme quelconque) : Femelle 1ère année
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )			
<b>Etat de l'individu :</b>			
<input type="checkbox"/> Vivant (blessé)			<input checked="" type="checkbox"/> Mort
<input type="checkbox"/> Blessure apparente			<input type="checkbox"/> Fragment
<input checked="" type="checkbox"/> Sans blessure visible			
<b>Etat du cadavre :</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Frais			<input type="checkbox"/> Décomposé
<input type="checkbox"/> Avancé			<input type="checkbox"/> Sec
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) : Barotraumatisme probable			
<b>COMMENTAIRES :</b> /			

FICHE DE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVE-SOURIS									
<b>Nom du parc éolien :</b> <b>LA FERRIÈRE</b>									
<b>Point n°</b>	<b>Date :</b>	<b>Heure :</b>	<b>Nom du découvreur :</b>						
23	11.10.2023	11:09	VIBERT Laëtitia						
<b>Lorisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,151352 Longitude : -2,619731291 Numéro de l'éolienne la plus proche : E5 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 17,3 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : SO Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : plateforme									
<b>N° de photos :</b> 23_202310011_FERRIERE_E5_PIPPIP									
<b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : mesure AB : 30 mm D3 : 51 mm D5 : 38,5 mm Particularités (couleur, forme quelconque) : Femelle âge indéterminé Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )									
<b>Etat de l'individu :</b> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vivant (blessé)</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Mort</td> <td><input type="checkbox"/> Fragment</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Blessure apparente</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Sans blessure visible</td> <td></td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/> Vivant (blessé)	<input checked="" type="checkbox"/> Mort	<input type="checkbox"/> Fragment	<input type="checkbox"/> Blessure apparente	<input checked="" type="checkbox"/> Sans blessure visible	
<input type="checkbox"/> Vivant (blessé)	<input checked="" type="checkbox"/> Mort	<input type="checkbox"/> Fragment							
<input type="checkbox"/> Blessure apparente	<input checked="" type="checkbox"/> Sans blessure visible								
<b>Etat du cadavre :</b> <table> <tr> <td><input type="checkbox"/> Frais</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Avancé</td> <td><input type="checkbox"/> Décomposé</td> <td><input type="checkbox"/> Sac</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/> Frais	<input checked="" type="checkbox"/> Avancé	<input type="checkbox"/> Décomposé	<input type="checkbox"/> Sac		
<input type="checkbox"/> Frais	<input checked="" type="checkbox"/> Avancé	<input type="checkbox"/> Décomposé	<input type="checkbox"/> Sac						
<b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...):</b> Barotraumatisme probable									
<b>COMMENTAIRES :</b> /									