Suivi environnemental 2022

Suivi de la mortalité

Parc éolien de **la Vallée de Torfou**

8 éoliennes

Indre (36), Centre-Val de Loire

Décembre 2022

Rédaction :
Timothée HABERT / MICHENAUD Yann
Chargé d'études
yann.michenaud@sensoflife.com

Technique :
Hubert Lagrange
Directeur R&D
hubert.lagrange@sensoflife.com

Contrôle Qualité :
Pauline Rico
Directrice d'études
pauline.rico@sensoflife.com

62 Avenue de la Salamane
34800 CLERMONT-L'HERAULT
RCS Montpellier 809 520 588

SAS au capital variable de 6000€
N°SIRET 809 520 588 000 25

SOMMAIRE

I. Cadre général 5
I.1. Contexte réglementaire applicable aux parcs éoliens 5
I.2. Caractéristiques du parc éolien de la Vallée de Torfou 5
I.3. Photographies du parc étudié 7
II. Rappel des enjeux identifiés sur le site 8
II.1. Zonages d'inventaires et réglementaires 8
II.2. Etude d'impact initiale en 2014 8
II.3. Premier suivi environnemental en 2021 8
II.3.1. Suivi acoustique des chiroptères 8
II.3.2. Suivi de la mortalité au sol 8
III. Suivi de la mortalité au sol 11
III.1. Protocole 11
III.2. Mortalité brute constatée au pied des éoliennes de la Vallée de Torfou 12
III.2.1. Analyse spatiale des mortalités sur le parc éolien de la Vallée de Torfou 13
III.2.2. Analyse temporelle des mortalités sur le parc éolien de la Vallée de Torfou 13
III.2.3. Analyse météorologique des mortalités sur le parc de la Vallée de Torfou 15
III.2.4. Analyse des mortalités en fonction du milieu sur le parc de Vallée de Torfou 15
III.3. Occupation du sol et surface prospectée 16
III.4. Test de prédation 19
III.5. Tests du taux de détection 19
III.6. Estimation de la mortalité réelle 20
III.6.1. Mortalité estimée des chiroptères sur le parc éolien de la Vallée de Torfou 21
III.6.2. Mortalité estimée des oiseaux sur le parc éolien de la Vallée de Torfou 21
III.6.3. Vulnérabilité des espèces retrouvées 22
IV. Discussion 23
IV.1. Comparaison des impacts avifaunistiques avec les études précédentes 23
IV.1.1. Résultats en 2021 23
IV.1.2. Résultats en 2022 23
IV.2. Comparaison des impacts chiroptérologiques avec les études précédentes 23
IV.2.1. Résultats en 2021 23
IV.2.2. Résultats en 2022 24
V. Conclusion et préconisations pour la suite de l'exploitation du parc 25
VI. Bibliographie 26
VII. Annexes 30
VII.1. Fiches de renseignement des cadavres d'oiseaux et de chauves-souris trouvés sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022 30
VII.2. Arrêté préfectoral n°2021-DREAL-EBP-0163 délivré à Sens Of Life portant dérogation aux interdictions au titre des espèces protégées 32
VII.3. Fiches incidences 35
VII.3.1. Pipit farlouse, date de découverte : 30/09/2022 35
VII.3.2. Noctule commune, date de découverte : 19/08/2022 37
VII.3.3. Noctule commune, date de découverte : 02/09/2022 39
VII.4. Tableau 16 : Récapitulatif des données de mortalité des oiseaux, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2022). 41
VII.5. Tableau 17 : Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2022) 46
VII.6. Tableau 18 : Référentiel Nord-Est d'activité chiroptérologique en altitude, Sens Of Life 47
VII.7. Sensibilité des oiseaux à l'éolien 48
VII.7.1. Collision 48
VII.7.2. Perte d'habitat 50
VII.7.3. Effet barrière 51
VII.8. Sensibilité des chiroptères à l'éolien 52
VII.8.1. Généralités 52
VII.8.2. Mortalité directe 53
VII.8.3. Mortalité indirecte 53

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Carte 1 : Approche scalaire du site d'implantation du parc éolien de la Vallée de Torfou (36) 6

Carte 2 : Zones naturelles d'intérêt recensées dans un rayon de 20 kilomètres autour du parc éolien de la Vallée de Torfou (36) 10

Carte 3 : Localisation des cadavres trouvés sous les éoliennes du parc éolien de la Vallée de Torfou, entre juin et octobre 2022 14

Carte 4 : Surfaces prospectables et types de culture, sous les 8 éoliennes du parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022 18

Tableau 1 : Coordonnées et modèles des éoliennes de la Vallée de Torfou (référentiel WGS84/Pseudo Mercator) 5

Tableau 2 : Caractéristiques du parc éolien de la Vallée de Torfou 7

Tableau 3 : Conditions météorologiques observées lors des suivis de mortalité sur le parc éolien de la Vallée de Torfou entre juin et octobre 2022. 12

Tableau 4 : Liste des oiseaux et des chauves-souris retrouvés lors des suivis de mortalité effectués en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou 12

Tableau 5 : Caractéristiques météorologiques des trois jours précédant les mortalités d'oiseaux constatées sur le parc de la Vallée de Torfou entre juin et octobre 2022 15

Tableau 6 : Caractéristiques météorologiques des trois jours précédant les mortalités de chiroptères constatées sur le parc de la Vallée de Torfou entre juin et octobre 2022 15

Tableau 7 : Couvert végétal et surface prospectée pour chaque éolienne du parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022 17

Tableau 8 : Évaluation du biais de prédation sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022 19

Tableau 9 : Évaluation du taux de détection de cadavres sous chaque éolienne du parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022 19

Tableau 10 : Mortalité réelle estimée des chiroptères, selon les différentes formules, sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022 21

Tableau 11 : Mortalité réelle estimée des chiroptères, selon les différentes formules, sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022 21

Tableau 12 : Calcul de la note de risque d'une espèce à l'éolien, en fonction de sa sensibilité et de son statut de conservation à l'échelle nationale 22

Tableau 13 : Vulnérabilité de chaque espèce retrouvée lors des suivis de mortalité au sol effectués sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022 22

Tableau 14 : Récapitulatif des cas de mortalités des oiseaux sur le parc éolien de la Vallée de Torfou de 2021 à 2022 23

Tableau 15 : Récapitulatif des cas de mortalités des chiroptères sur le parc éolien de la Vallée de Torfou de 2021 à 2022 24

VII.4. Tableau 16 : Récapitulatif des données de mortalité des oiseaux, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2022). 41

VII.5. Tableau 17 : Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2022). 46

VII.6. Tableau 18 : Référentiel Nord-Est d'activité chiroptérologique en altitude, Sens Of Life 47

Tableau 19 : Comparaison indicative des différentes causes de mortalité anthropique de l'avifaune en France (en haut, LPO, AMBE - 2010) et aux Etats-Unis (en bas, Erickson et al., 2005) 48

Tableau 20 : Vulnérabilité à l'éolien par espèce (Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016) 53

Graphique 1 : Répartition des cadavres retrouvés en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en fonction de l'éolienne 13

Graphique 2 : Répartition des cadavres retrouvés en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en fonction de la distance au mât de l'éolienne la plus proche 13

Graphique 3 : Répartition des cadavres retrouvés en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en fonction de leur orientation par rapport au mât le plus proche 13

Graphique 4 : Répartition des cadavres retrouvés en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en fonction de la date 13

Graphique 5 : Conditions météorologiques caractérisant les mortalités constatées en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou 15

Graphique 6 : Répartition des cadavres en fonction de l'assolement et de sa hauteur, sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022 15

Graphique 7 : Répartition des cadavres en fonction de la distance des mâts aux éléments boisés les plus proches, sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022 16

Graphique 8 : Surface moyenne prospectée sous chaque éolienne du parc éolien de la Vallée de Torfou entre juin et octobre 2022 16

Graphique 9 : Principales espèces retrouvées sous les éoliennes en France (Marx, 2016) 49

Graphique 10 : Corrélation entre le nombre de rapaces avec un comportement à risque et la mortalité, pendant 3 ans sur 13 parcs éoliens au nord de l'Espagne (Lekuona & Ursua, 2006). 49

Figure 1 : Photo d'ensemble du parc éolien de la Vallée de Torfou de la route D16 7

Figure 2 : Photo d'ensemble du parc éolien de la Vallée de Torfou de la route D16E 7

Figure 3 : Représentation du transect de prospection réalisé pour la recherche de cadavres sous une éolienne.. 11

Figure 4 : Comparaison de la dentition pour identification de la Noctule de Leisler. 12

Figure 5 : Cadavre de chauve-souris parmi 19 leurres utilisés pour tester le taux de détection 19

Figure 6 : Roitelet à triple bandeau 49

Figure 7 : Eolienne avec une pale peinte en noire..... 50

Figure 8 : Aigle royal 50

Figure 9 : Stratégie de franchissement d'un parc éolien sur le littoral audois (source : LPO Aude, 2001)..... 51

Figure 10 : Description du phénomène de barotraumatisme. 52

I. Cadre général

Les parcs éoliens peuvent avoir une incidence sur les oiseaux et les chiroptères, dont certaines espèces protégées. Les impacts potentiels peuvent être classés en trois catégories :

- Une mortalité directe, accidentelle :
  - Par collision avec les pales en mouvement,
  - Par barotraumatisme à proximité de l'extrados des pales en mouvement,
  - De manière plus anecdotique par collision contre le mât.
- Une perte d'habitat, temporaire en phase travaux ou permanente après construction, liée à la destruction d'espace de vie, de chasse ou de reproduction ;
- Un effet épouvantail, à nouveau temporaire et/ou permanent lié aux bruits, aux vibrations, à l'éclairage par exemple, perturbant les animaux résidents ou présentant un effet barrière aux migrateurs. Ces dérangements peuvent aussi bien éloigner les animaux (bruit, phobie des structures verticales et autres) que les attirer (chaleur des machines attirant les insectes, proies des chauves-souris par exemple).

Ces impacts peuvent êtres très faibles à critiques suivant les configurations des parcs éoliens. Ils dépendent du site, de son utilisation par les chauves-souris ou les oiseaux et de la sensibilité des espèces présentes. Ils dépendent également du type d'éoliennes, de leur organisation, de leur fonctionnement, de la configuration du parc éolien, de son environnement et des conditions météorologiques. Les exploitants de parcs doivent donc s'assurer que la construction et l'exploitation de chaque parc ne dégradent pas l'état de conservation des espèces et des habitats.

I.1. Contexte réglementaire applicable aux parcs éoliens

Selon l'arrêté ICPE du 26 août 2011 modifié par arrêté du 10 décembre 2021, relatifs aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, l'exploitant d'une installation soumise à autorisation ou bien à déclaration[1] au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, doit réaliser un suivi environnemental dans les 12 mois qui suivent la mise en service du parc éolien puis une fois tous les dix ans.

L'article 12 de cet arrêté stipule que :

- « *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 post-implantation sert à estimer l'incidence du parc sur l'avifaune et les chiroptères, notamment en termes de mortalité due à la présence des aérogénérateurs, mais aussi à s'assurer que la construction et l'exploitation du parc ne dégradent pas l'état de conservation de certaines espèces et des habitats protégés.

- « *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 co****nforme au protocole de suivi environnemental reconnu par le ministre chargé des installations classées***. »

Ce rapport présente le suivi environnemental réalisé par Sens Of Life en 2022. Il inclut les résultats des inventaires sur le terrain, les impacts et les mesures à adopter sur ce parc, au besoin, pour réduire l'incidence sur les oiseaux et les chauves-souris.

I.2. Caractéristiques du parc éolien de la Vallée de Torfou

ERG est exploitant du parc éolien de la Vallée de Torfou, composé de 8 éoliennes mises en service en décembre 2018.

Le parc éolien de la Vallée de Torfou est situé sur les communes de Les Bordes et Sainte-Lizaigne, dans l'Indre (36), en région Centre-Val de Loire. Le parc est composé de 8 éoliennes Vestas V100 de 2,2 MW de puissance unitaire, soit une puissance installée totale de 17,6 MW. Ces éoliennes sont équipées d'un rotor de 100 mètres de diamètre et d'une tour de 95 mètres de hauteur, le bas de pale est donc à 45 mètres de hauteur. Le Tableau 1 les coordonnées géographiques des éoliennes du parc de la Vallée de Torfou, selon le référentiel WGS84/Pseudo Mercator.

Le parc éolien de la Vallée de Torfou est implanté sur un plateau dont l'aire d'étude immédiate culmine à 160 mètres d'altitude. Les 8 éoliennes sont disposées en 2 rangées distinctes, dispersées dans un paysage dominé par les cultures intensives, bordées par la route départementale D16 d'Ouest en Est. Aucune mare ni aucun cours d'eau n'a été identifié au sein du parc éolien, mais des bois sont présents aux alentours et la Vallée de Torfou (ruisseau) prend fin au Sud-Ouest de la zone d'étude. Les cultures présentes sont des graminées (blé, orge), des brassicacées (colza) et des poacées (maïs).

Eolienne	Latitude	Longitude	Hauteur en bout de pale	Diamètre du rotor	Hauteur de garde
E1	47°00'08,7"	001°57'22,3"	145m	100m	45m
E2	47°00'23,5"	001°57'33,1"	145m	100m	45m
E3	47°00'35,3"	001°57'41,7"	145m	100m	45m
E4	47°00'48,6"	001°57'51,3"	145m	100m	45m
E5	46°59'24,5"	001°58'14,2"	145m	100m	45m
E6	46°59'37,4"	001°58'23,6"	145m	100m	45m
E7	46°59'50,7"	001°58'29,3"	145m	100m	45m
E8	47°00'04,9"	001°58'35,0"	145m	100m	45m

Tableau 1 : Coordonnées et modèles des éoliennes de la Vallée de Torfou (référentiel WGS84/Pseudo Mercator)

[1] Point 3.7 de l'annexe I de l'arrêté du 26 août 2011 et article 9 de l'arrêté du 22 juin 2020.

Approche scalaire du site d'implantation du parc éolien de Vallée du Torfou, Indre (36)

Carte 1 : Approche scalaire du site d'implantation du parc éolien de la Vallée de Torfou (36)

Les informations générales relatives au parc sont présentées ci-dessous.

Nom du parc éolien	Vallée de Torfou
Exploitant	ERG
Région	Centre-Val de Loire
Département	Indre
Commune(s)	Les Bordes (36100) et Sainte-Lizaigne (36260)
Date de mise en service	2018
Nombre et modèle d'éoliennes	8 éoliennes Vestas V100
Date de réalisation de l'état initial pré-implantation	2014 par les bureaux d'études ADEV Environnement et Calidris
Précédents suivis environnementaux	- Un premier suivi de la mortalité et de l'activité chiroptérologique en nacelle a été conduit par Sens Of Life en 2021 - Suivi de l'activité chiroptérologique en altitude par TackBat (installé en mai 2021 sur la nacelle de l'éolienne E6)
Mesures environnementales en place (type chiros ou SDA)	Le bridage en faveur des chiroptères mis en place en juin 2022 suite au suivi de 2021 : - Du 1er juin au 15 octobre, - Du crépuscule (1h avant le coucher du soleil) à l'aube (1h après le lever du soleil), - Vitesse de vent inférieur à 6,3 m.s-1, - Pour des températures supérieures à 12°C.
Objet du suivi réalisé en 2022	- Préconisation pour la réalisation d'un suivi de mortalité sous les éoliennes à raison de 2 passages hebdomadaire entre juin et octobre afin de réduire le biais prédation
Nature du suivi réalisé en 2022	- Suivi de mortalité sous les 8 éoliennes du parc
Protocole de référence	Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres 2018, approuvé par le Ministère
Information complémentaire	

Tableau 2 : Caractéristiques du parc éolien de la Vallée de Torfou

I.3. Photographies du parc étudié

Figure 1 : Photo d'ensemble du parc éolien de la Vallée de Torfou de la route D16

Figure 2 : Photo d'ensemble du parc éolien de la Vallée de Torfou de la route D16E

II. Rappel des enjeux identifiés sur le site

L'objectif de cette partie est de faire ressortir les espèces à enjeux identifiées lors de l'étude d'impact réalisée par les bureaux d'études ADEV Environnement et Calidris en 2014 et lors de la première année de suivi environnemental par Sens Of Life en 2021. Pour comparer avec les résultats du suivi en 2022, afin d'évaluer l'incidence du parc éolien sur l'avifaune avec une meilleure précision, étant donné que la pression d'observation est passée d'un passage hebdomadaire l'année dernière à deux cette année.

II.1. Zonages d'inventaires et réglementaires

Dans un rayon de 20 km autour du parc, 36 zones naturelles d'intérêt reconnu ont été recensées.
Dans l'aire d'étude intermédiaire (à moins de 5 km du site), 4 zones ont été recensées :

- 1 site inscrit au titre de la Directive Habitats (ZSC, SIC, PSIC),
- 2 Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type I (ZNIEFF I),
- 1 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type II (ZNIEFF II).

Dans l'aire d'étude éloignée (entre 5 et 20 km du site), 32 zones ont été recensées :

- 1 Arrêté de Protection de Biotope (APB),
- 1 Réserve Biologique Intégrale (RBI)
- 2 site inscrit au titre de la Directive Habitats (ZSC, SIC, PSIC),
- 22 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type I (ZNIEFF I),
- 6 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type II (ZNIEFF II).

II.2. Etude d'impact initiale en 2014

L'étude d'impact présente les conclusions suivantes pour le groupe des oiseaux :

- En période de nidification, 56 espèces ont été recensées au total, dont 12 présentent un intérêt patrimonial. Quatre espèces sont inscrites en annexe I de la Directive Oiseaux : l'**Œdicnème criard** (*Burhinus oedicnemus*), la **Pie-grièche écorcheur** (*Lanius collurio*), le **Busard cendré** (*Circus pygargus*) et le **Busard Saint-Martin** (*Circus cyaneus*). Cinq espèces sont classées comme « Vulnérables » sur la liste rouge nationale : le **Gobemouche noir** (*Ficedula hypoleuca*), la **Linotte mélodieuse** (*Linaria cannabina*), ainsi que les deux espèces de busard citées précédemment. Trois espèces sont déterminantes ZNIEFF dans la région : l'**Aigle botté** (*Hieraaetus pennatus*), l'**Œdicnème criard** (*Burhinus oedicnemus*) et le **Vanneau huppé** (*Vanellus vanellus*). Des passereaux tels que l'**Alouette des champ** (*Alauda arvensis*) et le **Bruant proyer** (*Emberiza calandra*) ont été observés en nombre important.
- En période de migration pré- et postnuptiale, cinq espèces présentent un enjeu : le **Busard des roseaux** (*Circus aeruginosus*), le **Milan royal** (*Milvus milvus*), le **Milan noir** (*Milvus migrans*), la **Grue cendrée** (*Grus grus*) et le **Pluvier doré** (*Pluvialis apricaria*).
- En période hivernale, deux groupes d'oiseaux se sont distingués : le **Vanneau huppé** (*Vanellus vanellus*) et le **Pigeon ramier** (*Columba palumbus*). D'autres espèces observées ponctuellement sont à noter : le **Busard Saint-Mart**in (*Circus cyaneus*), le **Faucon émerillon** (*Falco columbarius*) et le **Hibou des marais** (*Asio flammeus*).

Les principaux enjeux notés sur au sein de la zone d'étude concernent les espèces nicheuses suivantes : l'Œdicnème criard et les Busards cendré et Saint-Martin. En période migratoire, seule la Grue cendrée présente un enjeu particulier.

L'étude d'impact présente les conclusions suivantes pour le groupe des chiroptères :

- Trois espèces ont été répertoriées sur le site : la **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*), la **Pipistrelle de Kuhl/Nathusius** (*Pipistrellus kuhlii/nathusii*) et un **Murin indéterminé** (*Myotis sp*.).
- La **Pipistrelle commune** fréquente régulièrement le site notamment pour la chasse tout au long de l'année.

Etant donné la faible diversité concernant ce taxon et la faible présence de boisements sur la zone d'étude, l'enjeu de conservation est considéré comme très faible pour les chiroptères.

II.3. Premier suivi environnemental en 2021

Concernant le suivi environnemental réalisé par Sens Of Life en 2021, il inclut les résultats des inventaires sur le terrain, les impacts et les mesures à adopter sur ce parc pour réduire l'incidence sur les oiseaux et les chauves-souris. Dans le cadre du suivi environnemental post-implantation, Sens Of Life a également été mandaté pour effectuer l'étude de l'activité chiroptérologique. En mai 2021, un enregistreur ultrasonore TrackBat a été installé sur la nacelle de l'éolienne E6.

II.3.1. Suivi acoustique des chiroptères

La synthèse du suivi d'activité des chiroptères sur le parc éolien de la Vallée de Torfou par TrackBat en 2021 présente un total de **697,93 contacts corrigés**, six espèces ont été identifiées en altitude :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représente **65,6 %** des contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représente **11,3 %** des contacts ;
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) représente **8,7 %** des contacts ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représente **6,9 %** des contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représente **5,4 %** des contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri)* représente **1,8 %** des contacts.

Le groupe indéterminé des **Sérotules** représente **0,4 %** des contacts.

Sur les six espèces de chiroptères présentes en altitude, le niveau d'activité diffère en fonction de la période de l'année. Pendant la durée de l'étude, sur l'ensemble du parc éolien de la Vallée de Torfou, environ 90% de l'activité chiroptérologique a été caractérisée par les paramètres suivants :

- Entre le 1er juin et le 15 octobre,
- Entre 1 avant le lever du soleil et 2h après le coucher du soleil (entre 21h30 et 06h00),
- Pour des vitesses de vent inférieures à 6,5 m.s-1,
- Pour des températures supérieures à 12°C.

Le suivi de l'activité chiroptérologique en altitude par TackBat de 2021 a conduit à mettre en place un bridage en 2022 avec le paramétrage suivant :

- Du 1er juin au 15 octobre,
- Du crépuscule (1h avant le coucher du soleil) à l'aube (1h après le lever du soleil),
- Vitesse de vent inférieur à 6,3 m.s-1,
- Pour des températures supérieures à 12°C.

II.3.2. Suivi de la mortalité au sol

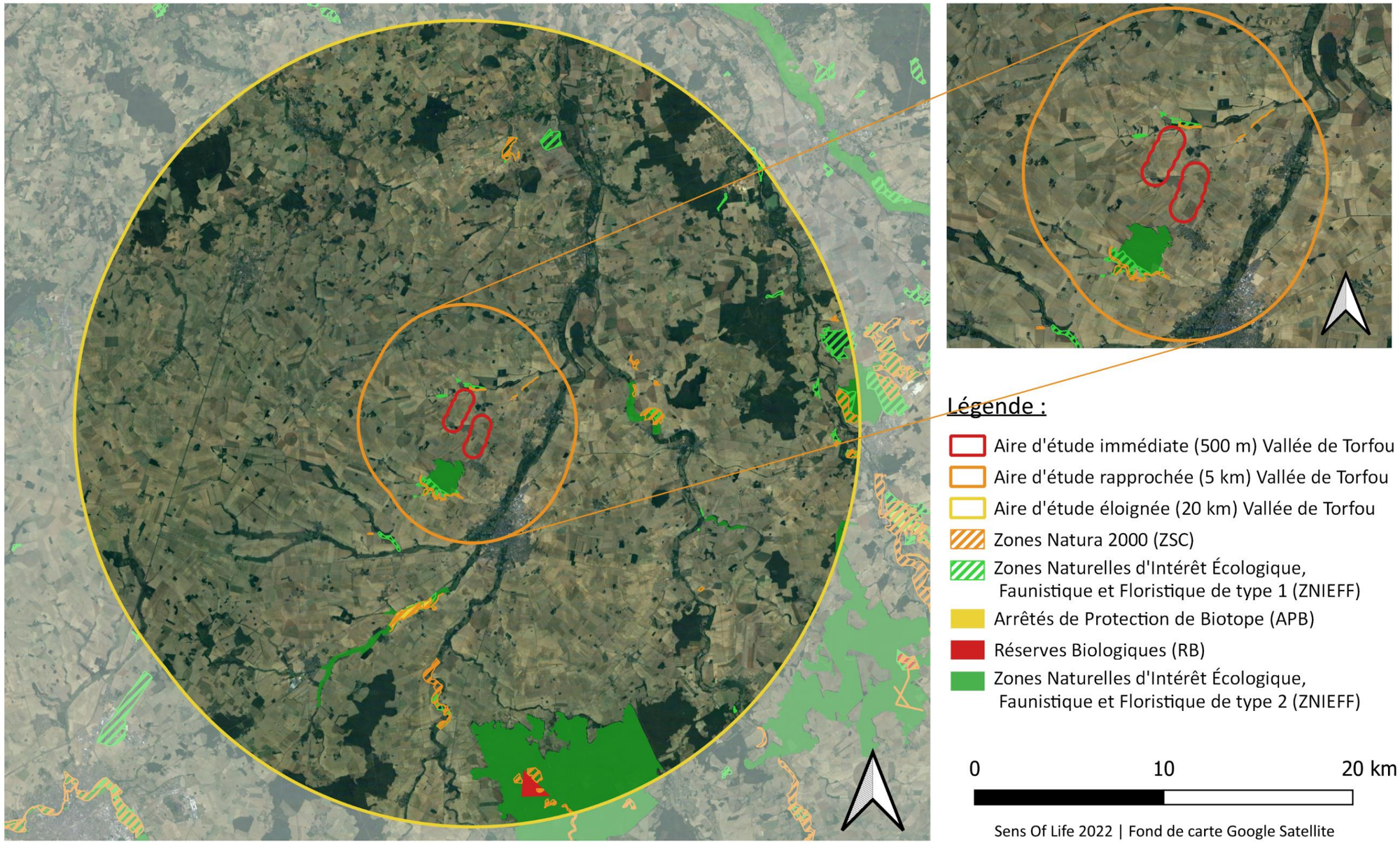
La synthèse du suivi de mortalité au sol sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2021 présente trois individus d'oiseaux et cinq individus de chiroptères retrouvés morts au pied des éoliennes du parc éolien de la Vallée de Torfou.

Concernant les oiseaux, ces trois individus appartiennent aux espèces suivantes : un **Martinet noir** (*Apus apus*) et une **Alouette des champs** (*Alauda arvensis*). Le troisième cadavre n'a pas pu être identifié à l'espèce. Pour les oiseaux, la mortalité réelle estimée varie entre **2,0 ± 0,1** (Bastos et al., 2013) et **22,9 ± 2,5** (Jones et al., 2009) **individus tués par éolienne et par an** sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, ce qui est soit conforme, soit plus élevé que les chiffres annoncés par Marx (2017).

Cinq cadavres de chiroptère ont été retrouvés sur le parc de la Vallée de Torfou en 2021 : deux **Pipistrelles commune** (*Pipistrellus pipistrellus*), deux pipistrelles indéterminées et un chiroptère indéterminé. Une fois la mortalité brute corrigée avec les biais de prédation et d'observateur, ainsi qu'avec la surface réellement

prospectée, la mortalité réelle estimée varie entre **5,0 ± 0,7** (Bastos et al., 2013) et **55,3 ± 8,0** (Jones et al., 2009) **chiroptères tués par éolienne et par an** sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, ce qui est supérieur aux chiffres annoncés par Rydell et al. (2010).

Zones naturelles d'intérêt recensées dans un rayon de 20 kilomètres autour du parc éolien de la Vallée de Torfou



Carte 2 : Zones naturelles d'intérêt recensées dans un rayon de 20 kilomètres autour du parc éolien de la Vallée de Torfou (36)

III. Suivi de la mortalité au sol

Cette étude est proposée dans le but d'évaluer l'impact du parc éolien de la Vallée de Torfou sur les chauves-souris et les oiseaux et de vérifier l'efficacité du bridage et la préconisation de 2021 concernant la réalisation d'un suivi de mortalité sous les éoliennes à raison de 2 passages hebdomadaires entre juin et octobre afin de réduire le biais prédation. Elle a pour objectif de caractériser la mortalité induite par le fonctionnement des éoliennes étudiées sur les chiroptères et les oiseaux.

III.1. Protocole

Le suivi de la mortalité est basé sur un protocole développé par l'équipe d'Arnett (Casselman Wind Project, 2008-2010), puis adapté et appliqué en Europe par des membres de notre équipe sur le parc éolien de Bouin (Lagrange *et al.*, 2009). **Il est conforme au protocole ministériel publié en 2018 et se déroule sur 20 prospections au minimum, à débuter dès le lever du jour, réparties entre les semaines 20 et 43 (mi-mai à octobre)**. Les suivis de mortalité ont été effectués sur le parc éolien de la Vallée de Torfou selon le protocole, entre **le 23 juin et le 28 octobre 2022**. 33 sorties ont été réalisées. Le suivi de mortalité du parc éolien de la Vallée de Torfou est basé sur deux passages hebdomadaires entre juin et octobre 2022 comme préconisé par le rapport du suivi de 2021 au vu de la mortalité retrouvée sur le parc éolien et du fort taux de prédation, soit une pression d'échantillonnage relativement importante.

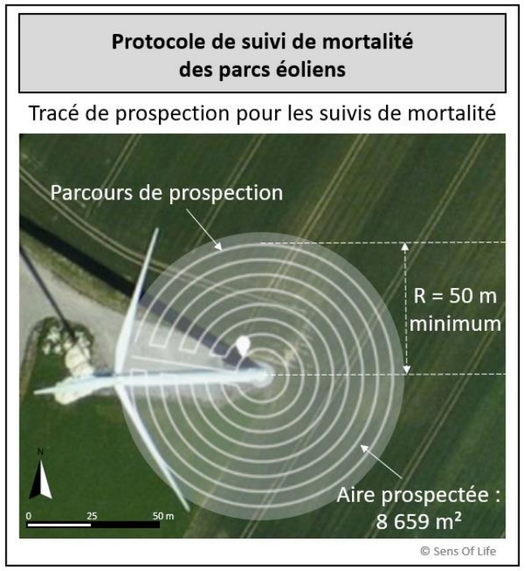


Figure 3 : Représentation du transect de prospection réalisé pour la recherche de cadavres sous une éolienne

Ce protocole consiste à prospecter la surface sous l'éolienne en se guidant à l'aide d'une corde qui est raccourcie à chaque retour sur la piste d'accès à l'éolienne. Au premier passage, toute la longueur de la corde (50 mètres, à adapter si longueur de pale supérieure) fixée à l'éolienne est déroulée. L'observateur part de la plateforme en parcourant un cercle autour de l'éolienne et en recherchant les cadavres d'oiseaux et de chauves-souris de chaque côté de son passage (2,5 mètres de chaque côté). De retour sur la piste d'accès, 5 mètres de corde sont rembobinés et l'observateur décrit, en sens inverse, un autre cercle autour de l'éolienne. L'opération est répétée jusqu'à ce que l'observateur se trouve au pied de l'éolienne. Ainsi, pour chaque éolienne, l'observateur parcourt 10 cercles (50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10 et 5 mètres) soit 1 728 mètres de transect, à une vitesse approximative de 3 km/h (Figure 3). L'opération nécessite 35 minutes de parcours, auxquelles s'ajoutent 10 minutes de relevés de cadavres. La surface prospectée est de 8 659 m² ($S = \pi.R^2$, avec R = 52,5 mètres, dont 50 mètres de corde et 2,5 mètres de prospection). Le rayon de prospection choisi a été adapté à la longueur des pales (Figure 3).

Le nombre de cadavres retrouvés sous les éoliennes est directement lié au nombre de prospections réalisées (Marx, 2017) et leur détectabilité dépend de :

- La nature des individus (taille et poids) ;
- Du protocole de recherche implémenté, avec une détectabilité maximale avec des prospections au-delà de 50 mètres de rayon ;
- De la visibilité du terrain prospecté (couverture végétale, relief…) ;
- De la durée des suivis (moyenne de 25 semaines/an en France) ;
- De la fréquence de prospection (taux de prédation des cadavres) ;
- De la longueur des pales (cadavres au-delà du rayon de recherche).

Les conditions météorologiques observées lors des suivis de mortalité sur le parc de la Vallée de Torfou pouvant influencer la détectabilité ont été détaillées dans le tableau suivant :

Date	Couverture nuageuse (en %)	Température	Vitesse du vent	Direction du vent
23/06/2022	10	25	1,9	N
28/06/2022	20	20	1	NO
04/07/2022	50	24	1,9	N
12/07/2022	0	25	3	E
19/07/2022	100	35	7	O
22/07/2022	80	24	4	ESE
26/07/2022	80	22	4	O
29/07/2022	50	23	2	O
04/08/2022	25	37	3,88	SE
09/08/2022	0	32	8	NE
12/08/2022	0	22	2	E
16/08/2022	100	27	2	S
19/08/2022	100	21	4	O
22/08/2022	80	25	4	O
25/08/2022	50	24	1	SE
30/08/2022	80	26	2	SO
02/09/2022	50	21	5	O
05/09/2022	0	25	2	S
08/09/2022	100	21	10	OSO
12/09/2022	0	28	3	ESE
16/09/2022	100	15	3	SSE
20/09/2022	20	18	6	NE
23/09/2022	80	13	1	E
27/09/2022	100	13	8	O
30/09/2022	50	13	1	SO
03/10/2022	80	16	2	O
06/10/2022	50	16	4	NE
10/10/2022	100	14	2	SE
13/10/2022	100	17	5	SO
17/10/2022	80	20	3	SO
20/10/2022	20	22	3	SE
25/10/2022	100	20	5	SE

28/10/2022	100	24	4	SO

Tableau 3 : Conditions météorologiques observées lors des suivis de mortalité sur le parc éolien de la Vallée de Torfou entre juin et octobre 2022.

Les cadavres sont systématiquement retirés du site que l'identification sur place soit possible ou non. L'identification des chauves-souris a été réalisée par analyse morphologique de la dentition des cadavres, après avoir été conservés congelés (Figure 4). L'ouvrage d'Arthur & Lemaire, 2009 a été utilisé comme référence.

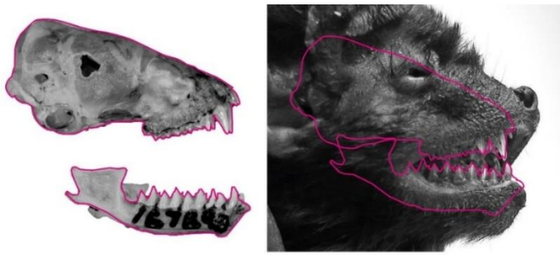


Figure 4 : Comparaison de la dentition pour identification de la Noctule de Leisler.

L'identification des oiseaux a été réalisée à partir du plumage, de la taille du squelette et de la forme des pattes et du bec, en se référant aux ouvrages de Svensson *et al.* (2015), de Cieślak et Dul (2006) et aux sites Internet :

- http://skullsite.w3basix.nl/search/index.cfm
- https://sketchfab.com/laboratorinatura/collections/aves?cursor=48

III.2. Mortalité brute constatée au pied des éoliennes de la Vallée de Torfou

Les éoliennes ont été prospectées au cours de 33 passages réalisés aux dates listées dans le Tableau 3. Au total, deux cadavres d'oiseaux et deux cadavres de chiroptères ont été retrouvés lors des suivis de mortalité, dont la mort est directement imputable aux éoliennes car victimes d'un barotraumatisme et/ou d'une collision avec les pales.

Le Tableau 4 indique les caractéristiques générales des mortalités constatées sur le parc éolien de la Vallée de Torfou entre juin et octobre 2022. L'état du cadavre est également précisé afin d'estimer la date de la mortalité : frais (0 à 1 jour avant la découverte), avancé (2 à 3 jours avant la découverte), décomposé (4 à 5 jours avant la découverte) ou sec (6 à 7 jours avant la découverte). Il est à noter que l'état du cadavre est dépendant du temps passé au sol mais également des conditions météorologiques pouvant fausser l'estimation de la date de la mortalité (détail de ces dates en annexe VII.1). La Carte 3 permet la visualisation de la répartition spatiale de ces cadavres sous les éoliennes du parc.

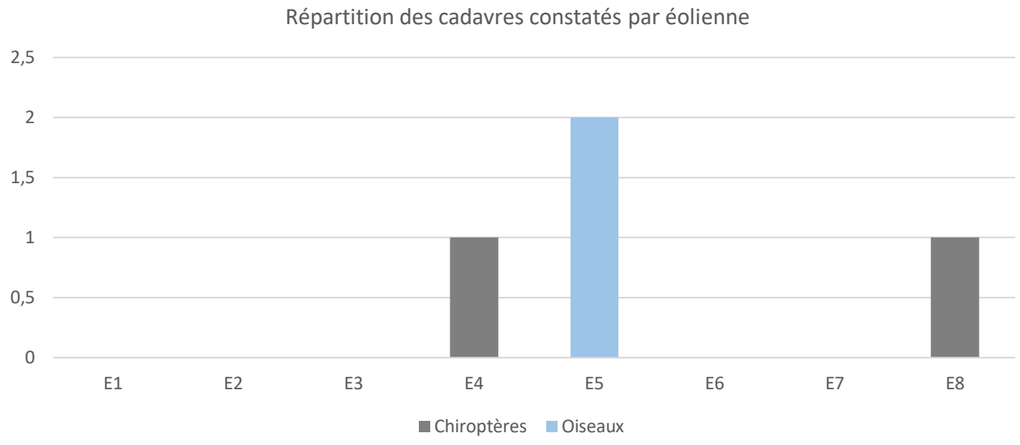
Toutes les fiches d'identification des cadavres sont disponibles en annexe VII.1 et les fiche incidences du Pipit farlouse et des deux Noctule commune sont disponibles en annexe VII.3

Date	Espèce	Nom latin	Type	LR France	Sexe	Age	Coordonnées GPS	Eolienne	Distance au mât	Orientation par rapport au mât	Etat du cadavre
19/08/2022	Noctule commune	*Nyctalus noctula*	Chiroptère	VU	-	Adulte	47.013545 ; 1.964870	E4	20 m	Est-Nord-Est	Frais
02/09/2022	Noctule commune	*Nyctalus noctula*	Chiroptère	VU	-	Adulte	47.001356 ; 1.975997	E8	20 m	Ouest	Sec
20/09/2022	Effraie des clochers	*Tyto alba*	Oiseau	NT	-	Adulte	46.998972 ; 1.970944	E5	45 m	Sud-Est	Frais
30/09/2022	Pipit farlouse	*Anthus pratensis*	Oiseau	VU	-	Juvénile	46.990156 ; 1.970791	E5	10 m	Est	Frais

Tableau 4 : Liste des oiseaux et des chauves-souris retrouvés lors des suivis de mortalité effectués en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

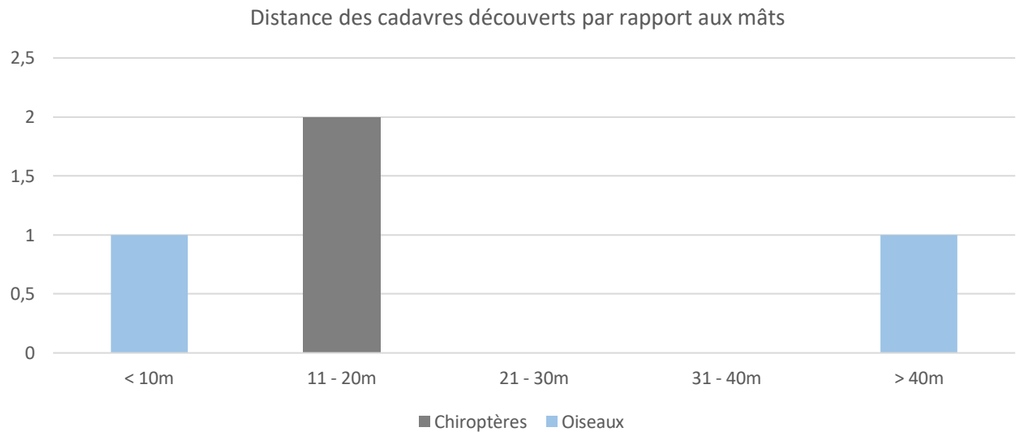
III.2.1. Analyse spatiale des mortalités sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

Le Graphique 1 permet de constater que les cadavres ont été retrouvés sous moins de la moitié des éoliennes du parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022. Les cadavres d'oiseau ont été trouvés sous E5 et les cadavres de chiroptères sous E4 et E8, tous à l'extrémité des rangées d'éoliennes.



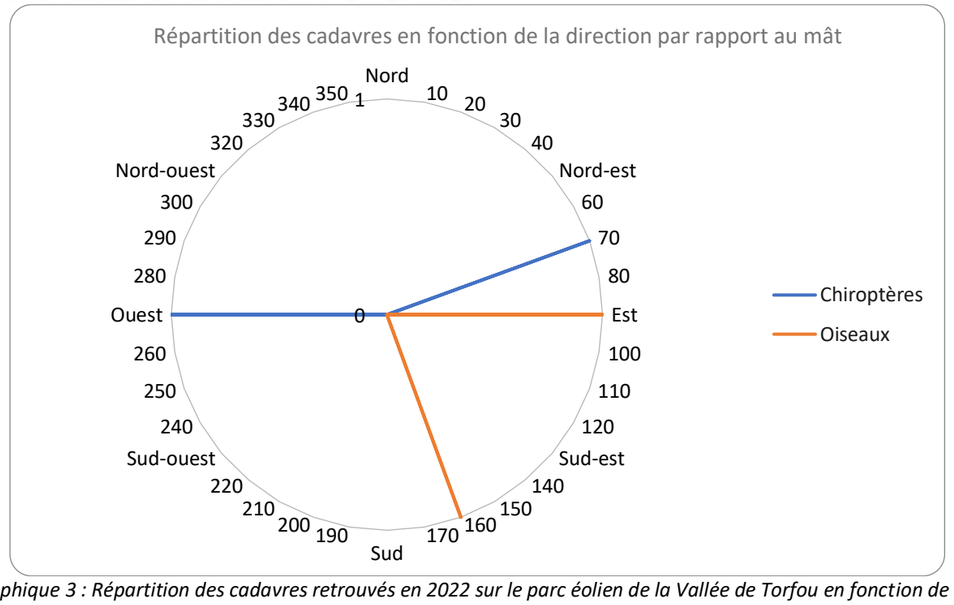
Graphique 1 : Répartition des cadavres retrouvés en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en fonction de l'éolienne

En ce qui concerne la distance des cadavres au mât de l'éolienne (Graphique 2), La majorité des cadavres, notamment tous les cadavres de chiroptères, ont été trouvés à moins de 20 m du mât le plus proche. Les cadavres d'oiseaux semblent répartis de manière aléatoire allant de moins de 10 m à plus de 40 m du mât le plus proche.



Graphique 2 : Répartition des cadavres retrouvés en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en fonction de la distance au mât de l'éolienne la plus proche

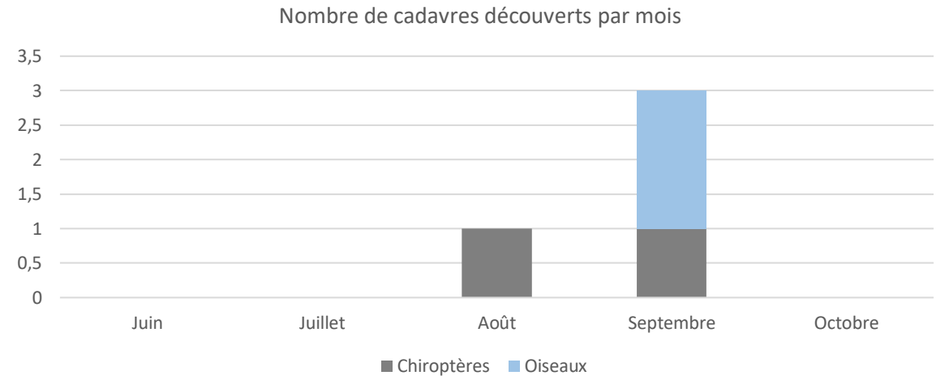
Enfin, la répartition des cadavres a été analysée en fonction de leur orientation par rapport au mât de l'éolienne la plus proche (Graphique 3). Les chiroptères et les oiseaux, se répartissent plutôt de manière aléatoire autour des mâts, avec pour les chiroptères une direction de 70° NEE et 270° O par rapport au mât et pour les oiseaux une direction de 90° E et 160 SSE.



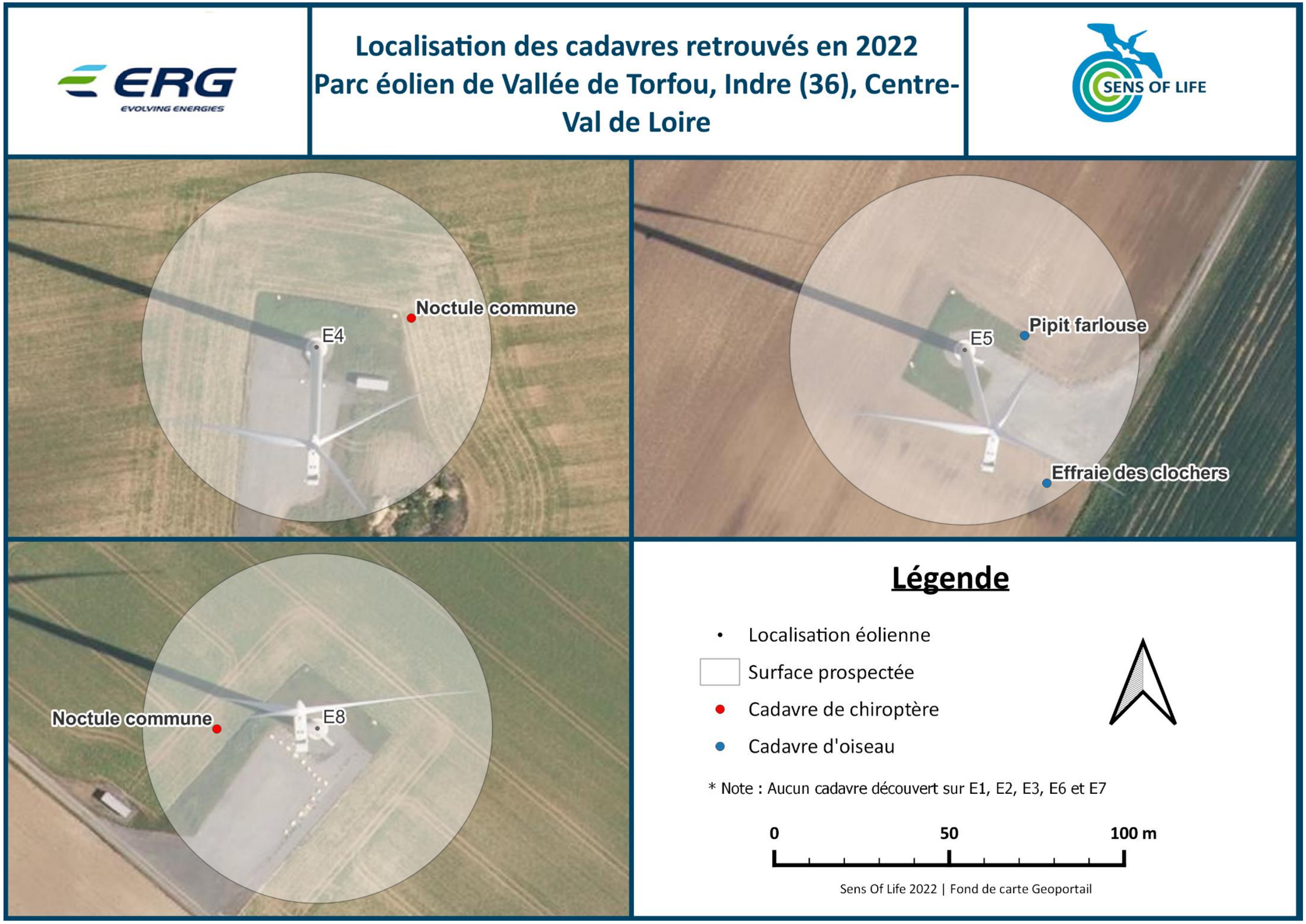
Graphique 3 : Répartition des cadavres retrouvés en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en fonction de leur orientation par rapport au mât le plus proche

III.2.2. Analyse temporelle des mortalités sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

Le Graphique 4 permet d'analyser la mortalité constatée sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en fonction de la période biologique. Les cadavres d'oiseaux ont été retrouvés au cours du mois de septembre, correspondant à la période d'émancipation des jeunes (Effraie des clochers) et de migration post nuptiale (Pipit farlouse). Les cadavres de chiroptères ont été trouvés en août et septembre, correspondant à la période de transition automnale et de parturition.



Graphique 4 : Répartition des cadavres retrouvés en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en fonction de la date

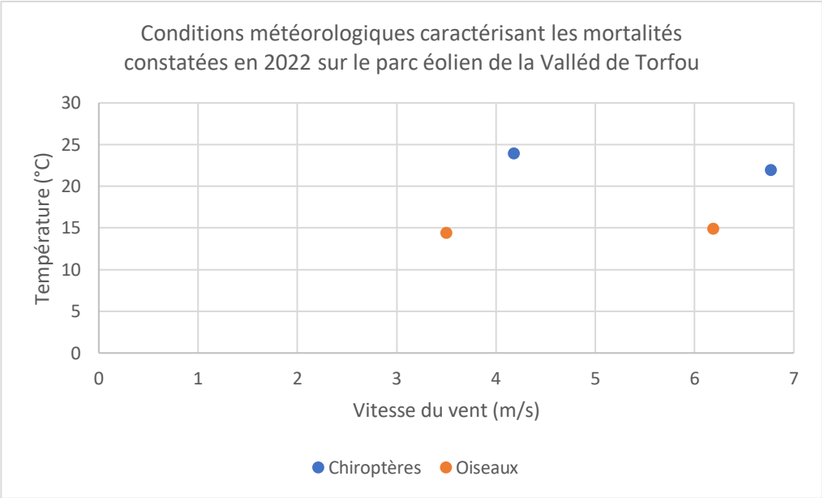


Carte 3 : Localisation des cadavres trouvés sous les éoliennes du parc éolien de la Vallée de Torfou, entre juin et octobre 2022

III.2.3. Analyse météorologique des mortalités sur le parc de la Vallée de Torfou

Les données météorologiques récoltées permettent d'analyser les conditions de vent et de température pouvant expliquer les mortalités constatées en 2022. Une fois la date de la collision estimée en fonction de l'avancement de la décomposition du cadavre, les moyennes de vitesses de vent et de températures ont été calculées sur 3 jours, de 21h00 à 07h00 pour les mortalités de chiroptères et de l'Effraie des clochers dans notre cas puis de 07h00 à 21h00 pour celles des oiseaux.

Les données concernant les précipitations n'ont pas été recueillies, toutefois, l'absence de précipitation combinée à de faibles vitesses de vent et des températures plutôt hautes pourrait expliquer une activité importante des chiroptères et ainsi accroître le risque de collision. De fortes précipitations pourraient diminuer la visibilité des oiseaux au cours de leur déplacement et également augmenter le risque de collision.



Graphique 5 : Conditions météorologiques caractérisant les mortalités constatées en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

En ce qui concerne les jours précédant les dates estimées des mortalités des oiseaux, les conditions météorologiques sont caractérisées par des vitesses de vent moyennes comprises entre 3,50 et 6,19 m.s^{-1} et des températures moyennes comprises entre 14,46°C et 14,91°C (Tableau 5).

En ce qui concerne les mortalités de chiroptères constatées sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, les jours précédents sont caractérisés par des vitesses de vent moyennes comprises entre 4,18 et 6,77 m.s^{-1} et des températures moyennes comprises entre 21,98°C et 23,97°C (Tableau 6), correspondant à des températures plutôt hautes et un vent moyen, qui sont les conditions météorologiques les plus favorables à l'activité chiroptérologique.

Date des mortalités constatées	Vitesse moyenne du vent la nuit (m.s^{-1})	Vitesse maximale du vent la nuit (m.s^{-1})	Moyenne des températures le nuit (°C)
18/09/2022	6,19	9,28	14,91
Date des mortalités constatées	**Vitesse moyenne du vent le jour (m.s^{-1})**	**Vitesse maximale du vent le jour (m.s^{-1})**	**Moyenne des températures le jour (°C)**
30/09/2022	3,50	7,48	14,46

Tableau 5 : Caractéristiques météorologiques des trois jours précédant les mortalités d'oiseaux constatées sur le parc de la Vallée de Torfou entre juin et octobre 2022

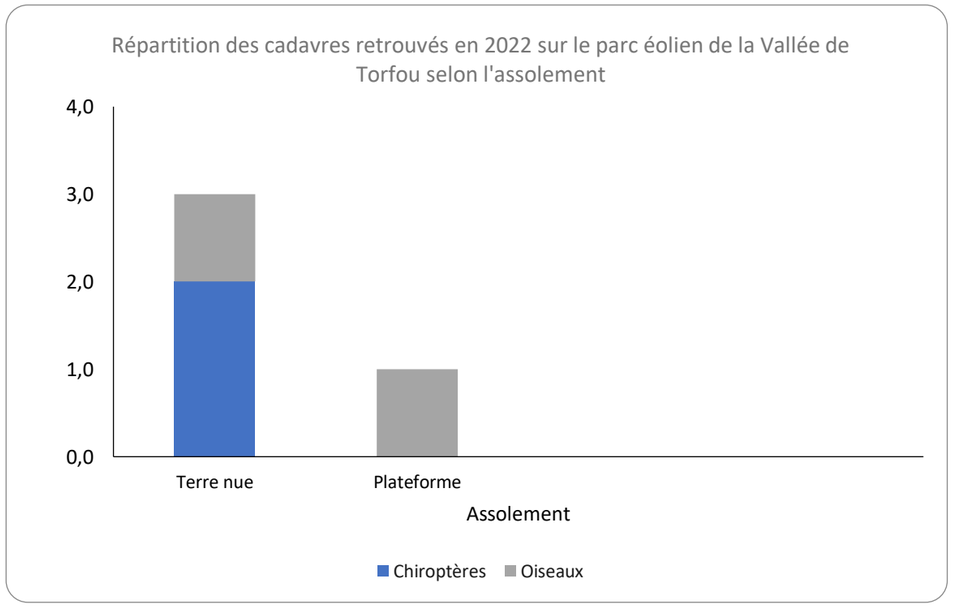
Date des mortalités constatées	Vitesse moyenne du vent la nuit (m.s^{-1})	Vitesse maximale du vent la nuit (m.s^{-1})	Moyenne des températures la nuit (°C)
19/08/2022	6,77	9,00	21,98
31/08/2022	4,18	7,00	23,97

Tableau 6 : Caractéristiques météorologiques des trois jours précédant les mortalités de chiroptères constatées sur le parc de la Vallée de Torfou entre juin et octobre 2022

Les données météorologiques récoltées et utilisées sont celles du parc éolien de la Vallée de Torfou, les données sont récoltées toutes les 10 min sur chaque éolienne. Ces données doivent être interprétées avec précaution, car les dates estimées des collisions sont parfois imprécises. Ces conclusions ne doivent en aucun cas servir à l'élaboration d'éventuelles mesures de réduction d'impact.

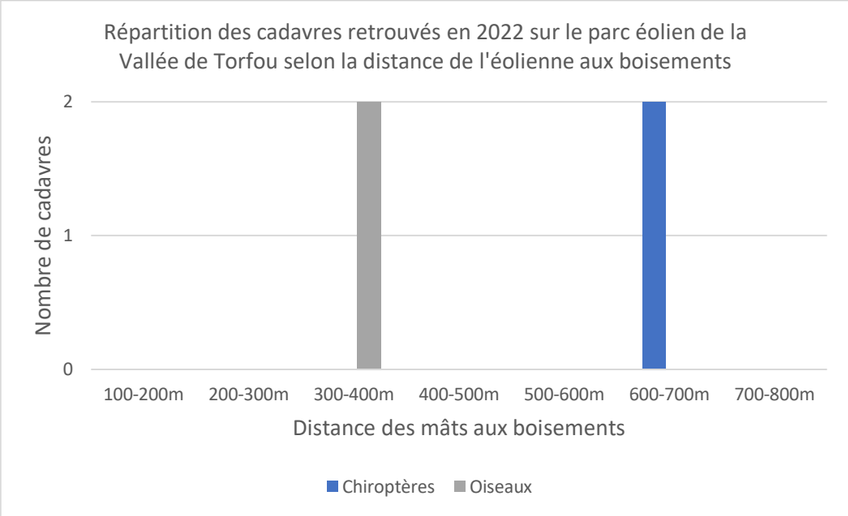
III.2.4. Analyse des mortalités en fonction du milieu sur le parc de Vallée de Torfou

La majorité des cadavres de chiroptères ont été retrouvés sur de la terre nue (Graphique 6), indiquant plutôt une plus grande facilité à trouver les cadavres sur ce type d'assolement qu'une réelle attractivité de cet assolement, tandis que le dernier cadavre a été retrouvé sur la plateforme de l'éolienne E5.



Graphique 6 : Répartition des cadavres en fonction de l'assolement et de sa hauteur, sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022

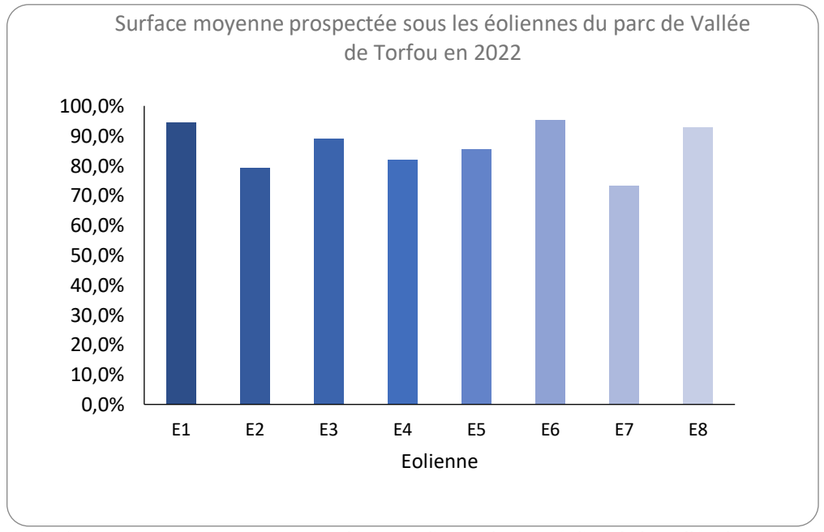
Les boisements et haies arborées sont particulièrement favorables à l'activité des oiseaux et chiroptères. Sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, deux oiseaux ont été retrouvés sous l'éolienne E5 située entre 300 et 400 mètres des boisements, puis deux chiroptères retrouvés sous des éoliennes situées entre 600 et 700 mètres des boisements. Il ne semble pas y avoir de corrélation entre la mortalité sous les éoliennes et la distance aux éléments boisés les plus proches (Graphique 7).



Graphique 7 : Répartition des cadavres en fonction de la distance des mâts aux éléments boisés les plus proches, sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022

III.3. Occupation du sol et surface prospectée

La couverture végétale au moment des passages pour la recherche des cadavres, ainsi que la surface prospectable, sont relevées à chaque passage. La surface prospectée peut être inférieure à la surface théorique, à cause des obstacles comme des haies, des grillages... ou par un souci de préserver l'intégralité des cultures en place. Dans la mesure du possible, les dates du suivi sont programmées quand la plupart des cultures ont déjà été moissonnées. La Carte 4 montre un aperçu des zones prospectables au sein des surfaces délimitées pour la recherche de cadavres sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022.



Graphique 8 : Surface moyenne prospectée sous chaque éolienne du parc éolien de la Vallée de Torfou entre juin et octobre 2022

Jusqu'à début août, certaines cultures étaient trop hautes pour être prospectées avec efficacité et sans être abîmées donc certaines surfaces n'ont pas pu être prospectées entièrement. De plus, des travaux agricoles ont eu lieu le 25/10/2025 sous l'éolienne E3, ainsi qu'une maintenance le 25/08/2021 sous l'éolienne E3, empêchant la prospection sous l'éolienne concernée.

La couverture végétale sous les éoliennes de la Vallée de Torfou étant très variable, le pourcentage de surface prospectable a été noté à chaque sortie et une moyenne a été calculée sur l'année de recherche pour estimer ce biais (Tableau 7). Pour le calcul du coefficient de correction surfacique A, Arnett *et al.* proposent en 2005 de considérer le nombre de cadavres découverts dans chaque cercle concentrique espacé de 10 mètres prospecté autour de l'éolienne et la surface réellement prospectée de chacun de ces cercles. La LPO Drôme a ensuite simplifié cette formule en 2010 en éliminant la détectabilité des cadavres par cercle concentrique.

La formule utilisée dans ce rapport est donc la suivante : **A =** $\frac{\sum_1^6 \; Cx/Sx}{\sum_1^6 \; Cx}$

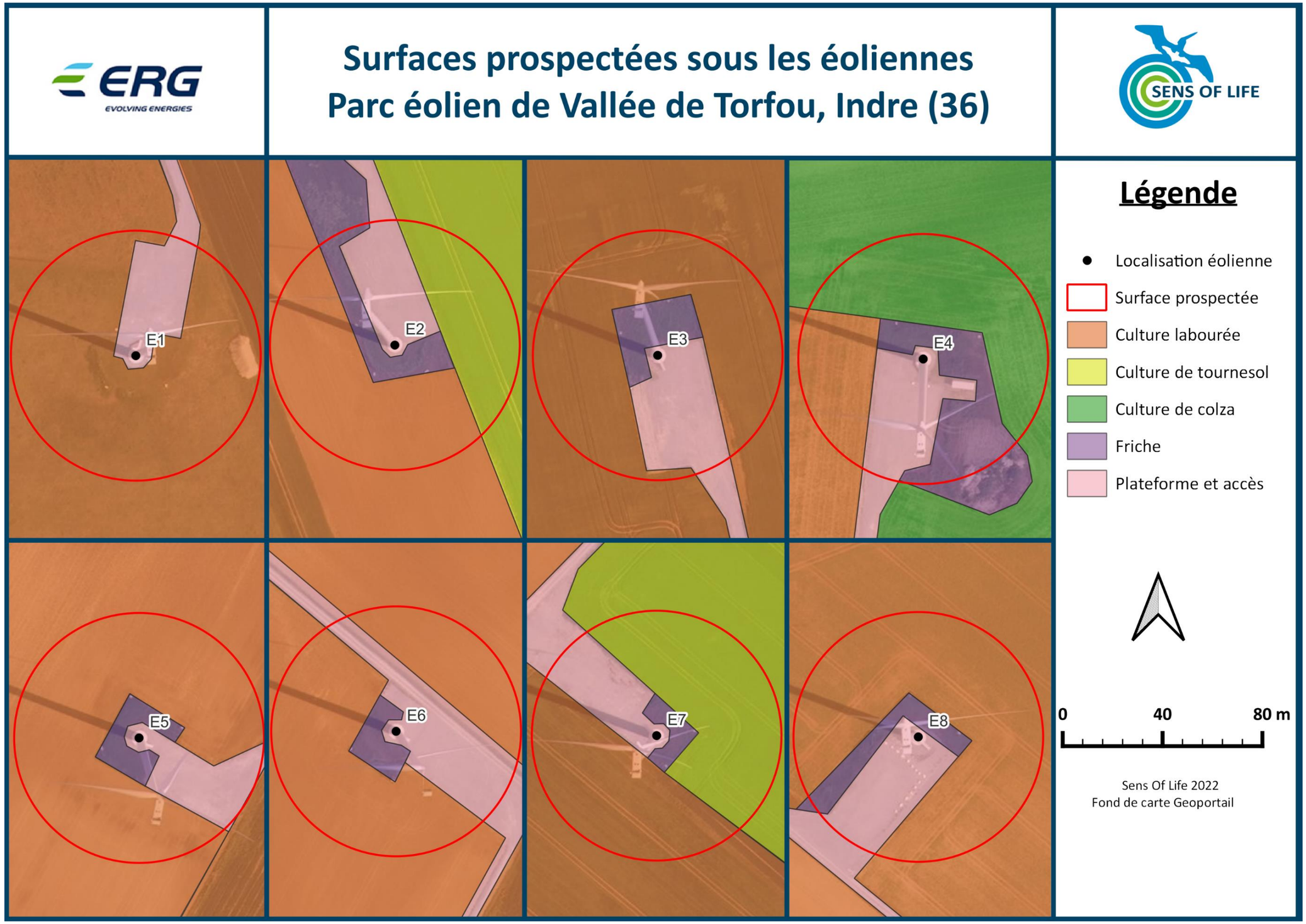
Avec C_x le nombre de cadavres recensés dans le cercle concentrique x,
S_x la proportion de surface réellement prospectée du cercle concentrique x.

Eolienne et assolement		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Date de prospection	**Total cadavres**	**Colza**	**Blé/Orge et Tournesol**	**Blé/Orge et Terre labourée**	**Terre labourée**	**Terre labourée et Friche**	**Blé/Orge et Terre labourée**	**Blé /Orge et Tournesol**	**Blé/ Orge**
23/6/2022	-	100%	30%	20%	100%	100%	70%	20%	20%
28/6/2022	-	100%	30%	20%	100%	100%	70%	20%	20%
4/7/2022	-	100%	30%	100%	100%	100%	100%	20%	20%
12/7/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
19/7/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
22/7/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
26/7/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
29/7/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
4/8/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
9/8/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
12/8/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
16/8/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
19/8/2022	**1**	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
22/8/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
25/8/2022	-	100%	70%	0%	100%	80%	100%	60%	100%
30/8/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
2/9/2022	**1**	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
5/9/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	60%	100%
8/9/2022	-	100%	70%	100%	100%	80%	100%	80%	100%
12/9/2022	-	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80%	100%
16/9/2022	-	100%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%
20/9/2022	**1**	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
23/9/2022	-	100%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%
27/9/2022	-	100%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%
30/9/2022	**1**	40%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%
3/10/2022	-	40%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%
6/10/2022	-	40%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%
10/10/2022	-	100%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%
13/10/2022	-	100%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%
17/10/2022	-	100%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%
20/10/2022	-	100%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%

25/10/2022	**-**	100%	100%	0%	50%	20%	50%	100%	100%
28/10/2022	**-**	100%	100%	100%	50%	20%	50%	100%	100%
Cadavres	**4**	**0**	**0**	**0**	**1**	**2**	**0**	**0**	**1**
Moyenne prospectée		94,5 %	79,1%	89,1%	81,8%	85,5%	95,2%	73,3%	92,7%
Coefficient A		**1,06**	**1,26**	**1,12**	**1,22**	**1,17**	**1,05**	**1,36**	**1,08**

Tableau 7 : Couvert végétal et surface prospectée pour chaque éolienne du parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022

Les éoliennes ont été prospectées en moyenne entre 73,3% (éolienne E7 sous laquelle était cultivés du blé et du tournesol) et 94,5% (éolienne E1 sous laquelle était présente une culture de Colza). En moyenne, entre juin et octobre 2022, la surface prospectée a été de 86,4% sous les éoliennes du parc éolien de la Vallée de Torfou, le biais de surface prospectée est donc faible.



Carte 4 : Surfaces prospectables et types de culture, sous les 8 éoliennes du parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022

III.4. Test de prédation

Les cadavres des oiseaux et chauves-souris tombés au sol sont consommés par divers prédateurs, tels que des renards, corneilles, sangliers, guêpes... Leur disparition est susceptible d'affecter l'évaluation de la mortalité induite par les éoliennes. Le taux de prédation dépend de la couverture au sol et de la proximité des éoliennes à des éléments du réseau écologique attirant potentiellement des prédateurs. Pour évaluer ce biais, le taux de prédation des cadavres doit être évalué sous la moitié des éoliennes du parc minimum, selon le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres défini par le Ministère de la transition écologique et solidaire (DREAL, 2015 ; DREAL, 2018).

Ainsi, trois cadavres (pilons de poulet et poussins) ont été déposés sous les éoliennes E3, E4, E6 et E8 le 06/07/2022 et une deuxième série de test a été réalisée sous les éoliennes E1, E2, E5 et E7 le 05/10/2022. Leur recherche a été menée le lendemain (J+1), puis à J+2, J+6, J+9 et J+12, donc pendant deux semaines s'il y avait persistance. La disparition a été considérée complète au moment où l'observateur estimait que les restes ne permettaient pas de repérer les individus en dehors d'une connaissance précise de leur localisation.

A partir de ces données, différents paramètres ont été calculés :

- Le temps de séjour moyen d'un cadavre : $t_m = \frac{\sum_i^n \ t_i}{n}$
  t_m = temps de séjour moyen d'un cadavre
  t_i = temps de persistance d'un cadavre
  n = nombre de cadavres utilisés

- Le taux de persistance des cadavres : $S = \frac{n_{nuit}}{n}$
  S = taux de persistance des cadavres
  n_{nuit} = nombre de cadavres persistant après un passage
  n = nombre de cadavres utilisés

	Eoliennes	J0	J+1	J+2	J+6	J+9	J+12	Temps de séjour moyen		Taux de persistance moyen à J6
								Par éolienne	Par test	
Test n°1 J0 le 06/07/22	**E3**	3	0	0	0	0	0	0,50	**1,92**	**0%**
	E4	3	2	2	0	0	0	2,83		
	E6	3	3	0	0	0	0	1,17		
	E8	3	3	2	0	0	0	3,17		
Test n°2 J0 le 05/10/22	E1	3	3	3	0	0	0	4,00	3,79	17%
	E2	3	3	3	1	0	0	5,17		
	E5	3	1	1	0	0	0	1,67		
	E7	3	3	2	1	0	0	4,33		
Moyenne des tests								2,85		8%

Tableau 8 : Évaluation du biais de prédation sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022

Sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, le temps de séjour moyen d'un cadavre est estimé à 2,85 jours et le taux de persistance au sixième jour est estimé à 8% (Tableau 8). Les résultats de ce test montrent que la prédation sur le site d'étude est élevée : étant donné que l'intervalle moyen entre deux prospections est de 4 jours, une chauve-souris ou un oiseau, tué durant les premières nuits suivant une recherche, aura une faible probabilité d'être retrouvé lors de la recherche suivante. Le biais de prédation est important.

III.5. Tests du taux de détection

L'efficacité de l'observateur à retrouver des cadavres de chauves-souris et d'oiseaux au sol, parmi la végétation et divers artefacts (bouses et crottins, cailloux, fragments végétaux…), doit être testée pour évaluer le ratio entre le nombre de cadavres réellement présents et ceux qui sont effectivement retrouvés, selon le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres défini par le Ministère de la transition écologique et solidaire (document révisé en 2018). Le choix d'utiliser des leurres ou des vrais cadavres ne semble pas influencer le test (Jones *et al.*, 2009). Cependant, l'utilisation de leurres artificiels permet de s'affranchir d'une éventuelle altération de la pression de prédation.

Un premier chargé d'étude a ainsi déposé 5 leurres d'oiseaux et 10 leurres de chauves-souris (Figure 5), soit 15 leurres au total, dans les zones où la prospection était possible, en variant la distance au mât de l'éolienne et la couverture végétale. Un second chargé d'études a ensuite collecté les leurres au cours des passages dédiés aux suivis de mortalité, en suivant le protocole décrit dans le début du paragraphe.

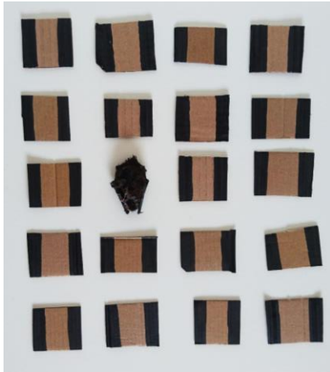


Figure 5 : Cadavre de chauve-souris parmi 19 leurres utilisés pour tester le taux de détection

Ce test a été réalisé deux fois durant l'année 2022, d'abord le 30/08/2022 sous les éoliennes E1, E5, E6 et E8 puis le 17/10/2022 sous les éoliennes E2, E3, E4 et E7, afin d'obtenir des résultats précis et correspondant à l'efficacité sur différentes couvertures de sol (terre, semis, terrain après récolte…). Cette approche prend en compte d'éventuelles variations de détection en fonction de la couverture du sol et du contexte sous chacune des éoliennes.

Eolienne	Chiroptères		Détection chiroptères	Oiseaux		Détection oiseaux
	Leurres déposés	Leurres trouvés		Leurre déposés	Leurres trouvés	
E1	10	7	70%	5	5	100%
E2	10	8	80%	5	5	100%
E3	10	7	70%	5	4	80%
E4	10	8	80%	5	4	80%
E5	10	7	70%	5	5	100%
E6	10	9	90%	5	5	100%
E7	10	8	80%	5	5	100%
E8	10	6	60%	5	4	80%
Parc	**80**	**60**	**75%**	**40**	**37**	**93%**

Tableau 9 : Évaluation du taux de détection de cadavres sous chaque éolienne du parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022

A partir de ces données, le taux de détection a été calculé à chaque passage : $D = \frac{R}{T}$

D = taux de détection pour le passage t sous l'éolienne Ex
R = nombre de leurres retrouvés lors du passage t sous l'éolienne Ex
T = nombre total de leurres dispersés lors du passage t sous l'éolienne Ex

Sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, le taux de détection sous les éoliennes varie de 60% à 100%, avec une bonne détection de 93% pour les oiseaux et de 75% pour les chiroptères, sur l'ensemble du parc éolien. Le biais d'observateur est faible.

III.6. Estimation de la mortalité réelle

Plusieurs formules ont été publiées dans la littérature depuis 1992, permettant d'estimer la mortalité réelle des oiseaux et des chauves-souris sur un parc éolien, à partir de la mortalité brute constatée au pied des éoliennes et en prenant en compte les biais mentionnés dans les paragraphes précédents. Pour chaque formule, les notations suivantes seront utilisées :

N = nombre d'individus potentiellement tués (dépend de l'éolienne considérée)
C = nombre de cadavres trouvés (dépend de l'éolienne considérée)
A = coefficient de correction surfacique (dépend de l'éolienne considérée)
- A = 1,06 pour E1, A = 1,26 pour E2, A = 1,12 pour E3, A = 1,22 pour E4, A = 1,17 pour E5, A = 1,05 pour E6, A = 1,36 pour E7 et A = 1,08 pour E8.

p = proportion de cadavres qui perdurent au-delà de l'intervalle entre deux passages
- p = 0,08 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

t = temps de séjour moyen des cadavres (jours)
- t = 2,85 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

d = probabilité de détection des leurres
- d = 0,75 pour les chiroptères et d = 0,93 pour les oiseaux sur le parc de la Vallée de Torfou

b = nombre de recherches effectués sur le terrain
- b = 33 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

I = intervalle de temps entre chaque recherche (jours)
- I = 3,96875 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

i = intervalle effectif = - log (0,01) x t
- i = 5,708333 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

ê = coefficient correcteur de l'intervalle = Min (I : i) / I
- ê = 1 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

M = nombre de turbines prospectées
- M = 8 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

La formule d'Erickson *et al.*(2005) utilise le taux de persistance des cadavres comme le nombre moyen de jours de persistance (t) divisé par l'intervalle entre les recherches (I). Cette formule a l'avantage de s'adapter à un changement d'intervalle imprévu. Mathématiquement, si le taux de persistance est supérieur à l'intervalle, alors il est supérieur à 1, ce qui est impossible en pratique. Avec des intervalles courts, cette méthode a tendance à sous-estimer le taux de prédation et donc sous-estimer le nombre de cadavres tués. Sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, l'intervalle de temps entre les suivis étant en moyenne de 3,96875 jours, l'application de cette formule est tout-à-fait pertinente.

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

La formule de Jones *et al.* propose en 2009 une estimation unitaire de la mortalité, c'est-à-dire calculée sous chaque éolienne pour chaque recherche de cadavres effectuée sur le terrain. Il faut donc ensuite les cumuler pour obtenir la mortalité estimée sur un parc éolien sur la durée totale de l'étude.

$$N = \frac{C}{d * exp^{-0,5 * I / t} * ê} * A \qquad \text{avec } p = exp^{-0,5 * \frac{I}{t}}$$

L'année suivante, une nouvelle formule publiée par Huso (2010) présuppose que la persistance des cadavres dans le temps suit plutôt une distribution exponentielle. Cette approche définit un risque constant impliquant que les cadavres attirent les nécrophages de manière constante au fil du temps. Il est aussi supposé que les intervalles de confiance puissent être inférieurs au nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes.

$$N = C / \left(d * \frac{t * (1 - exp^{-\frac{I}{t}})}{I} * ê\right) * A \qquad \text{avec } p = t * (1 - exp^{-\frac{I}{t}}) / I$$

Enfin, la formule de Bastos *et al.* (2013) considère la non-constance et l'interdépendance des paramètres « efficacité de recherche » et « persistance des cadavres ». Cet algorithme innovant est capable d'estimer la mortalité potentielle, même en l'absence des cadavres retrouvés et ainsi éviter de fausses interprétations.

$$N = 10 * \exp[0,276 + 0,471*\log10(I + 1) + 0,463*\log10(b + 1) + 0,45*\log10(M + 1) + 0,638*\log10(C + 1) - 0,432*\log10(p + 1) - 3,633*\log10(d + 1)] - 1 * A$$

Les méthodes de Huso (2010) et Jones *et al.* (2009) permettent de prendre en compte les cadavres tombant durant l'intervalle entre les suivis contrairement à la formule d'Erickson *et al.* (2005). Cependant, le taux de persistance estimé par Jones *et al.* (2009) étant basé sur la probabilité de trouver un cadavre tombé à la moitié de cet intervalle, aura tendance à donner des estimations légèrement plus élevées que la méthode de Huso (2010) qui prend en compte la probabilité de trouver un cadavre tombé à n'importe quel moment de l'intervalle.

III.6.1. Mortalité estimée des chiroptères sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

Les formules présentées précédemment ont été appliquées sur l'ensemble des données brutes de mortalité des chiroptères afin de calculer leur mortalité estimée sur le parc éolien de la Vallée de Torfou (Tableau 10).

Eolienne	Nombre de cadavres	Surface prospectée (%)	Mortalité corrigée selon les formules de :			
			Erickson *et al.* (2005)	Jones *et al.* (2009)	Huso (2010)	Bastos et al. (2013)
E1	0	94,5%	-	-	-	3,1
E2	0	79,1%	-	-	-	2,8
E3	0	89,1%	-	-	-	3,3
E4	1	81,8%	2,1	3,1	2,8	4,9
E5	0	85,5%	-	-	-	3,4
E6	0	95,2%	-	-	-	1,7
E7	0	73,3%	-	-	-	3,0
E8	1	92,7%	2,5	3,6	3,3	7,2
Parc	**2**	**86,4%**	**4,3**	**6,2**	**5,8**	**15,3**
Nombre de chiroptères/éolienne			**0,5**	**0,8**	**0,7**	**1,9**
Intervalle de confiance à 95 %			-	-	-	**0,1**

Tableau 10 : Mortalité réelle estimée des chiroptères, selon les différentes formules, sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022

En utilisant les biais testés sur le parc éolien, la mortalité des chiroptères sur le parc éolien de la Vallée de Torfou est estimée entre **0,5 (Erickson et al., 2013)** et **1,9 ± 0,1 (Bastos et al., 2009)** chiroptères tués par éolienne, sur la période étudiée, de juin à octobre 2022.

Selon Rydell *et al.* (2010a), le contexte paysager du site d'implantation influence le taux de mortalité des éoliennes :

- 5-20 individus impactés/éolienne/an dans les parcs situés dans le littoral ou sur des crêtes,
- 2-5 individus impactées/éolienne/an dans les parcs situés dans des paysages bocagers et agricoles,
- **0-3 individus impactés/éolienne/an dans les parcs situés sur des plaines agricoles homogènes.**

Le contexte paysager du parc éolien de la Vallée de Torfou est assimilable à la troisième configuration décrite par cet auteur. En 2022, la mortalité estimée des chiroptères sur le parc éolien de la Vallée de Torfou est donc en-dessous des taux de mortalité rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires (Rydell *et al.*, 2010a).

III.6.2. Mortalité estimée des oiseaux sur le parc éolien de la Vallée de Torfou

Les formules présentées précédemment ont été appliquées sur l'ensemble des données brutes de mortalité des oiseaux afin de calculer leur mortalité estimée sur le parc éolien de la Vallée de Torfou (Tableau 11).

Eolienne	Nombre de cadavres	Surface prospectée (%)	Mortalité corrigée selon les formules de :			
			Erickson *et al.* (2005)	Jones *et al.* (2009)	Huso (2010)	Bastos et al. (2013)
E1	0	94,5%	-	-	-	1,3
E2	0	79,1%	-	-	-	1,5
E3	0	89,1%	-	-	-	2,5
E4	0	81,8%	-	-	-	2,7
E5	2	85,5%	3,3	4,7	4,3	4,0
E6	0	95,2%	-	-	-	1,2
E7	0	73,3%	-	-	-	1,6
E8	0	92,7%	-	-	-	2,4
Parc	**2**	**86,4%**	**3,5**	**5,1**	**4,7**	**10,5**
Nombre d'oiseaux/éolienne			**0,4**	**0,6**	**0,6**	**1,3**
Intervalle de confiance à 95 %			-	-	-	**0,1**

Tableau 11 : Mortalité réelle estimée des chiroptères, selon les différentes formules, sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022

En utilisant les biais testés sur le parc éolien, la mortalité des oiseaux sur le parc éolien de la Vallée de Torfou est estimée entre **0,6 (Jones et al. 2009)** et **1,3 ± 0,1 (Bastos *et al.*, 2013)** oiseaux tués par éolienne, sur la période étudiée, de juin à octobre 2022.

Pour les parcs en Zone de Protection Spéciale (ZPS), une mortalité brute de 2,2 oiseaux/éolienne/an, avec une mortalité estimée moyenne de 7 oiseaux/éolienne/an (Marx, 2017) est attendue. En 2022, la mortalité estimée des oiseaux sur le parc éolien de la Vallée de Torfou est donc en-dessous des taux de mortalité rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires pour les éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 et E8, quelle que soit la formule utilisée.

III.6.3. Vulnérabilité des espèces retrouvées

Pour les oiseaux, la note de sensibilité à l'activité éolienne est déterminée en fonction de la mortalité européenne constatée (Dürr, 2022) pondérée par l'abondance relative de l'espèce, c'est-à-dire le nombre de couple nicheurs (BirdLife International) :

- Mortalité représentant plus de 1 % du nombre de couples nicheurs : note de 4
- Mortalité représentant entre 0,1 % et 1 % du nombre de couples nicheurs : note de 3
- Mortalité représentant entre 0,01 % et 0,1 % du nombre de couples nicheurs : note de 2
- Mortalité représentant entre 0,001 % et 0,01 % du nombre de couples nicheurs : note de 1
- Mortalité représentant moins de 0,001 % du nombre de couples nicheurs : note de 0

Pour les chiroptères, la note de sensibilité à l'activité éolienne est le rapport entre la mortalité européenne constatée de l'espèce sur celle toutes espèces de chiroptères confondues (Dürr, 2022) :

- Mortalité de l'espèce représentant plus de 5 % de la mortalité totale : note de 4
- Mortalité de l'espèce représentant entre 0,5 % et 5 % de la mortalité totale : note de 3
- Mortalité de l'espèce représentant entre 0,1 % et 0,5 % de la mortalité totale : note de 2
- Mortalité de l'espèce représentant moins de 0,1 % de la mortalité totale : note de 1

Enfin, la note de risque, ou vulnérabilité à l'éolien, est le résultat du croisement entre l'enjeu de conservation d'une espèce au niveau national (IUCN, 2017) et sa sensibilité avérée à l'activité des parcs éoliens, selon la matrice ci-dessous.

		Sensibilité à l'éolien				
		0	**1**	**2**	**3**	**4**
Enjeu de conservation	**Espèce non protégée**	0,5				
	DD, NA, NE	0,5	1	1,5	2	2,5
	LC	1	1,5	2	2,5	3
	NT	1,5	2	2,5	3	3,5
	VU	2	2,5	3	3,5	4
	CR, EN	2,5	3	3,5	4	4,5

Tableau 12 : Calcul de la note de risque d'une espèce à l'éolien, en fonction de sa sensibilité et de son statut de conservation à l'échelle nationale

Espèce		Nombre de cadavres en 2022	Eolienne(s) mortifère(s)	Période du cycle biologique	LR France	Note de risque	Sensibilité à l'éolien
Effraie des clochers	*Tyto alba*	1	E5	Emancipation des jeunes	NT	2	2
Pipit farlouse	*Anthus pratensis*	1	E5	Migration automnale	VU	2	0
Noctule commune	*Nyctalus noctula*	2	E4 et E8	Reproduction	VU	4	4

Tableau 13 : Vulnérabilité de chaque espèce retrouvée lors des suivis de mortalité au sol effectués sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022

⇨ **Synthèse du suivi de mortalité 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou**

Deux individus d'oiseaux et deux individus de chiroptères ont été retrouvés morts au pied des éoliennes du parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022.

Concernant les oiseaux, ces deux individus appartiennent aux espèces suivantes : une **Effraie des clochers** (*Tyto alba*) et un **Pipit farlouse** (*Anthus pratensis*). Pour les oiseaux, la mortalité estimée **varie entre 0,6 (Jones et al. 2009) et 1,3 ± 0,1 (Bastos *et al.*, 2013)** individus tués par éolienne et par an sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, ce qui est en-dessous des chiffres annoncés par Marx (2017).

Deux cadavres de chiroptère ont été retrouvés sur le parc de la Vallée de Torfou en 2022 : deux **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*). Une fois la mortalité brute corrigée avec les biais de prédation et d'observateur, ainsi qu'avec la surface réellement prospectée, la mortalité estimée varie **entre 0,5 (Erickson et al., 2013) et 1,9 ± 0,1 (Bastos et al., 2009)** chiroptères tués par éolienne et par an sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, ce qui est en-dessous des taux de mortalité rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires (Rydell *et al.*, 2010a).

IV. Discussion

IV.1. Comparaison des impacts avifaunistiques avec les études précédentes

Les principaux enjeux notés au sein de la zone d'étude au cours de l'étude d'impact en 2014 concernent les espèces nicheuses suivantes : l'Œdicnème criard et les Busards cendré et Saint-Martin. En période migratoire, seule la Grue cendrée présente un enjeu particulier.

IV.1.1. Résultats en 2021

Les suivis de mortalité au sol se sont déroulés sans encombre en 2021 entre mai et octobre, même si la couverture végétale a parfois minimisé l'efficacité des prospections. Trois cadavres d'oiseaux ont été retrouvés lors de ces suivis.

La mortalité réelle estimée est comprise entre 2,0 (Bastos et al., 2013) et 22,9 (Jones et al., 2009) oiseaux tués par éolienne, sur la période étudiée, de mai à octobre 2021. Cette mortalité correspond aux chiffres indiqués dans la bibliographie (Marx, 2017) selon les formules de Bastos et Erickson ou est supérieure aux chiffres trouvés dans la bibliographie selon les formules de Jones et Huso. Toutefois, une forte prédation a été remarqué sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, biaisant en partie les résultats de mortalité estimée.

Deux espèces sont concernées par des collisions sur le parc éolien de la Vallée de Torfou : **l'Alouette des champs** (*Alauda arvensis*) et **le Martinet noir** (*Apus apus*). Ces deux espèces sont classées comme « Quasi menacées » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs en France.

L'Alouette des champs est classée comme « Quasi-menacée » sur la liste rouge de la région Centre-Val de Loire. Lors de l'étude d'impact effectuée en 2014, le cortège avifaunistique était dominé par des espèces inféodées aux zones de grandes cultures, l'Alouette des champs étant l'espèce la plus fréquente sur le site en période de nidification. Le Martinet noir n'est pas mentionné dans l'étude d'impact, le cadavre ayant été trouvé en juillet, l'espèce est probablement nicheuse à proximité du parc éolien de la Vallée de Torfou.

IV.1.2. Résultats en 2022

Les suivis de mortalité au sol se sont déroulés sans encombre entre juin et octobre, deux cadavres d'oiseaux ont été retrouvés lors du suivi 2022.

La mortalité estimée est comprise entre **0,6 (Jones et al. 2009)** et **1,3 ± 0,1 (Bastos *et al.*, 2013)** oiseaux tués par éolienne, sur la période étudiée, de juin à octobre 2022. Cette mortalité est en-dessous des chiffres indiqués dans la bibliographie (Marx, 2017).

Deux espèces sont concernées par des collisions sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022 : **le Pipit farlouse** (*Anthus pratensis*) et **l'Effraie des clochers** (*Tyto alba*). Ces deux espèces sont classées respectivement comme « Vulnérable » et « Préoccupation mineure » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs en France.

L'Effraie des clochers est classée comme « Quasi-menacée » et le Pipit farlouse comme « Vulnérable » sur la liste rouge de la région Centre-Val de Loire. Lors de l'étude d'impact effectuée en 2014, le cortège avifaunistique était dominé par des espèces inféodées aux zones de grandes cultures, l'Alouette des champs étant l'espèce la plus fréquente sur le site en période de nidification. L'Effraie des clochers n'est pas mentionnée dans l'étude d'impact.

Espèce	Cas de mortalités recensés en 2021	Cas de mortalités recensés en 2022
Passereau sp	1 sous l'éolienne E8 le 18/06/2021	-
Alouette des champs (*Alauda arvensis*)	1 sous l'éolienne E1 le 27/07/2021	-
Martinet noir (*Apus apus*)	1 sous l'éolienne E4 le 27/07/2021	-
Effraie des clochers (*Tyto alba*)	-	1 sous l'éolienne E5 le 20/09/2022
Pipit farlouse (*Anthus pratensis*)	-	1 sous l'éolienne E5 le 30/09/2022

Tableau 14 : Récapitulatif des cas de mortalités des oiseaux sur le parc éolien de la Vallée de Torfou de 2021 à 2022

IV.2. Comparaison des impacts chiroptérologiques avec les études précédentes

D'après l'étude d'impact réalisée en 2014, l'enjeu était considéré comme très faible pour les chiroptères étant donné la faible diversité concernant ce taxon et la faible présence de boisements sur la zone d'étude. Toutefois, aucune étude en altitude n'avait été réalisée à cette époque. Trois espèces avaient été répertoriées sur le site : la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), espèce la plus fréquente, la Pipistrelle de Kuhl/Nathusius (*Pipistrellus kuhlii/nathusii*) et un Murin indéterminé (*Myotis sp*.).

IV.2.1. Résultats en 2021

Cinq cadavres de chiroptères ont été retrouvés au sol entre mai et octobre 2021. La mortalité réelle estimée est comprise entre 5,0 (Bastos et al., 2013) et 55,3 (Jones et al., 2009) chiroptères tués par éolienne, sur la période étudiée. Cette mortalité est donc supérieure aux chiffres indiqués dans la bibliographie pour les chiroptères (Rydell et al., 2010b). Toutefois, une forte prédation a été remarqué sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, biaisant en partie les résultats de mortalité estimée. Seule la Pipistrelle commune a pu être identifiée à l'espèce parmi les cinq cadavres retrouvés sur le parc éolien de la Vallée de Torfou. Les deux cadavres ont été trouvés en septembre 2021, correspondant à la période de transit automnal.

Le TrackBat positionné en nacelle de l'éolienne E6 a enregistré les contacts de chiroptères du 11 mai au 31 octobre 2021, permettant de caractériser :

- Le niveau d'activité réel à hauteur de nacelle et en bas de pale,
- Les cortèges d'espèces fréquentant le site,
- Les conditions météorologiques des passages de chiroptères.

Six espèces ont été identifiées en altitude en 2021 :

- **La Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représente 65,6 % des contacts ;
- **La Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représente 11,3 % des contacts ;
- **La Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) représente 8,7 % des contacts ;
- **La Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représente 6,9 % des contacts ;
- **La Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représente 5,4 % des contacts ;
- **La Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représente 1,8 % des contacts.

Le groupe indéterminé des **Sérotules** représente 0,4 % des contacts.

Plusieurs pics d'activité ont été enregistrés les 09 août, 18 août et 17 septembre 2021, correspondant à la fin de la période d'élevage et au début du transit automnal.

Sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, 90 % de l'activité des chauves-souris a lieu selon les paramètres suivants :

- Entre le 1er juin et le 15 octobre,
- Entre 1 avant le lever du soleil et 2h après le coucher du soleil (entre 21h30 et 06h00),
- Pour des vitesses de vent inférieures à 6,5 m.s-1 ,
- Pour des températures supérieures à 12°C.

D'après le référentiel d'activité des chiroptères de Sens Of Life, l'activité de la Pipistrelle commune et de la Sérotine commune sont considérées comme très fortes pendant la parturition et la migration automnale. Une attention particulière doit donc être apportée à ces deux espèces qui sont les plus fréquentes sur le site et qui présentent une note de vulnérabilité élevée (3,5/4,5) et dont au moins deux cadavres de Pipistrelle commune ont été retrouvés en-dessous des éoliennes du parc éolien de la Vallée de Torfou. D'après l'étude d'impact, la Pipistrelle commune était également l'espèce la plus fréquente sur le site en 2014. L'activité de la Noctule commune est forte pendant la parturition et très forte pendant la migration automnale. Cette espèce présente une note de vulnérabilité très élevée (4/4,5), mais aucun cadavre n'a été identifié sur le parc en 2021. L'activité de la Pipistrelle de Nathusius est moyenne en période de parturition et très forte pendant la migration automnale. Elle est la troisième espèce la plus contactée sur le site en 2021 et présente une note de vulnérabilité élevée (3,5/4,5). Concernant la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule de Leisler, leur activité va de très faible à faible sur les deux périodes, l'enjeu concernant ces espèces semble donc faible.

Un bridage a donc été mis en place sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022, dans les conditions suivantes :

- Pour toutes les éoliennes
- Du 1er juin au 15 octobre,
- Du crépuscule (1h avant le coucher du soleil) à l'aube (1h après le lever du soleil),
- Vitesse de vent inférieur à 6,3 m.s-1,
- Pour des températures supérieures à 12°C.

IV.2.2. Résultats en 2022

Deux cadavres de chiroptères ont été retrouvés au sol entre juin et octobre 2022. La mortalité estimée est comprise entre entre **0,5 (Erickson et al., 2013)** et **1,9 ± 0,1 (Bastos et al., 2009)** chiroptères tués par éolienne, sur la période étudiée. Cette mortalité est donc conforme aux chiffres indiqués dans la bibliographie pour les chiroptères (Rydell et al., 2010b). Toutefois, une forte prédation a été remarquée sur le parc éolien de la Vallée de Torfou atténuée par les deux passages hebdomadaires réalisés en 2022.

Les deux cadavres de Noctule commune ont été trouvés en août et septembre 2022, correspondant à la période de transit automnal et de reproduction dont son activité est considérée comme très forte pendant la migration automnale. Cette espèce présente une note de vulnérabilité très élevée (4/4,5). La Noctule commune est classée comme « Quasi-menacée » sur la liste rouge de la région Centre-Val de Loire et comme « Vulnérable » sur la liste rouge en France.

Espèce	Cas de mortalités recensés en 2021	Cas de mortalités recensés en 2022
Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)	1 sous l'éolienne E4 le 08/09/2021 1 sous l'éolienne E7 le 15/09/2021	-
Chiroptère sp.	1 sous l'éolienne E8 le 13/10/2021	-
Pipistrelle sp.	1 sous l'éolienne E8 le 13/10/2021 1 sous l'éolienne E4 le 26/10/2021	-
Noctule commune (*Nyctalus noctula)*	-	1 sous l'éolienne E4 le 19/08/2022 1 sous l'éolienne E8 le 02/09/2022

Tableau 15 : Récapitulatif des cas de mortalités des chiroptères sur le parc éolien de la Vallée de Torfou de 2021 à 2022

V. Conclusion et préconisations pour la suite de l'exploitation du parc

Le principal objectif de cette étude a été de poursuivre et d'intensifier avec deux passages hebdomadaires l'évaluation de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères induite par le fonctionnement du parc éolien de la Vallée de Torfou.

La mortalité réelle estimée varie entre **0,6 (Jones et al. 2009)** et **1,3 ± 0,1 (Bastos *et al.*, 2013)** oiseaux tués par éolienne et entre **0,5 (Erickson et al., 2013)** et **1,9 ± 0,1 (Bastos et al., 2009)** chauves-souris tuées par éoliennes et par an sur le parc éolien de la Vallée de Torfou, de juin à octobre 2022. Cette mortalité est en-dessous des chiffres indiqués dans la bibliographie pour les oiseaux (Marx, 2017) et les chiffres sont conformes pour les chiroptères aux taux de mortalité rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires (Rydell *et al.*, 2010).

Pour rappel, au total sept cadavres (2 oiseaux et 5 chiroptères) avaient été retrouvés en 2021, avec une mortalité réelle plus élevée entre **2,0 (Bastos *et al.*, 2013)** et **22,9 (Jones et al., 2009)** oiseaux et entre **5,0 (Bastos et al., 2013) et 55,3 (Jones et al., 2009)** chauves-souris tuées par éolienne, ce chiffre a été réduit de façon mécanique par la découverte de moins de cadavres mais aussi dû aux deux passages hebdomadaires réduisant l'impact de la prédation sur les cadavres et donc les biais d'estimation.

Le bridage suivant a été mis en place en juin 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou :

- Pour toutes les éoliennes
- Du 1er juin au 15 octobre,
- Du crépuscule (1h avant le coucher du soleil) à l'aube (1h après le lever du soleil),
- Vitesse de vent inférieur à 6,3 m.s-1,
- Pour des températures supérieures à 12°C.

Ainsi, ce bridage environnemental semble avoir été efficace en 2022 pour toutes les éoliennes. Avec une mortalité brute d'un cadavre sur les éoliennes E4 et E8, et aucun cadavre sur les éoliennes E1, E2, E3, E5, E6 et E7.

Sans étude de l'activité des chiroptères en altitude, il n'est malheureusement pas possible de faire la corrélation entre l'activité des chiroptères et les conditions de vent et température mesurées.

Au vu de la mortalité des oiseaux et des chiroptères constatées en 2022 sur le parc éolien de la Vallée de Torfou (respectivement entre 0,6 et 1,3 ± 0,1 et entre 0,5 et 1,9 ± 0,1 individus tués par éolienne) l'impact des éoliennes est non significatif, et dans le cadre de la législation des ICPE, nous préconisons un prochain suivi environnemental en 2032 ou avant, si nécessaire dans le cadre d'une éventuelle opération de repowering du parc, conforme au protocole ministériel en vigueur, et comprenant à minima un suivi d'activité chiroptérologique en nacelle et un suivi de mortalité de 20 recherches entre les semaines 20 et 43.

VI. Bibliographie

ADEME. (1999). *Guide du porteur de projet de parc éolien.* (ADEME Edition).

Albouy, S., Clément, D., Jonard, A., Massé, P., Pagès, J.-M., & Nea, P. (1997). *Suivi ornithologique du parc éolien de Port-la-Nouvelle : Rapport final.* (p. 67). Abiès, Géokos consultants, LPO Aude.

Albouy, S., Dubois, Y., & Picq, H. (2001). *Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute (Aude)—Résultats 2006-2009* (p. 76). LPO Aube et Abies. http://aude.eolienne.free.fr/fichiers/SuiviOrnitho.pdf

Alcalde, J. T. (2003). Impacto de los parques eólicos Sobre las poblaciones de murciélagos. *Temas*, 3-6.

Allouche, L., AVES environnement, & Groupe Chiroptères de Provence. (2010). *Etude de la mortalité des chiroptères. Parc éolien du Mas de Leuze, Saint-Martin-de-Crau (13).* (p. 1-31). Energie du Delta.

Anderson, R. L., Strickland, D., Tom, J., Neumann, N., Erickson, W., Cleckler, J., Mayorga, G., Nuhn, G., Leuders, A., Schneider, J., Backus, L., Becker, P., & Flagg, N. (2001). *Avian monitoring and risk assessment at Tehachapi Pass and San Gorgonio Pass wind resource areas, California : Phase 1 Preliminary Results*. 16.

Arnett, E. B., Erickson, W. P., Horn, J. W., & Kerns, J. (2005). *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*. 187.

Aschwanden, J., Stark, H., Peter, D., Steuri, T., Schmid, B., & Liechti, F. (2018). Bird collisions at wind turbines in a mountainous area related to bird movement intensities measured by radar. *Biological Conservation*, *220*, 228-236. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.01.005

Bach, L. (2001). Fledermäuse und Windenergienutzung—Reale Probleme oder Einbildung ? *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen*, *33*, 119-124.

Bach, L., Brinckmann Robert, Limpens Herman, Rahmel Ulf, Reichenbach, M., & Roschen Axel. (1999). Bewertung und planerische umsetzung von fledermausdaten im rahmen der windkraftplanung. *Bremer Beitraege für Naturkunde und Naturshutz, Themenheft « Voegel und Windkraft »*(Band 4), 163-170.

Baerwald, E. F., & Barclay, R. M. R. (2009). Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. *Journal of Mammalogy*, *90*(6), 1341-1349. https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-104R.1

Baerwald, E. F., D'Amours, G. H., Klug, B. J., & Barclay, R. M. R. (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*, *18*(16), R695-R696. https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.06.029

Barré, K. (2018). Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats_ Implications for European siting guidance. *Biological Conservation*, 10.

Barrios, L., & Rodríguez, A. (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines : Bird mortality at wind power plants. *Journal of Applied Ecology*, *41*(1), 72-81. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2004.00876.x

Bastos, R., Santos, M., & Cabral, J. A. (2013). A new stochastic dynamic tool to improve the accuracy of mortality estimates for bats killed at wind farms. *Ecological Indicators*, *34*, 428-440. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.06.003

Bennett, V. J., & Hale, A. M. (2014). Red aviation lights on wind turbines do not increase bat-turbine collisions : Bats are not attracted to aviation lighting. *Animal Conservation*, *17*(4), 354-358. https://doi.org/10.1111/acv.12102

Bennett, V. J., Hale, A. M., & Williams, D. A. (2017). When the excrement hits the fan : Fecal surveys reveal species-specific bat activity at wind turbines. *Mammalian Biology*, *87*, 125-129. https://doi.org/10.1016/j.mambio.2017.08.003

Beucher, Y. (2020). *Maîtrise des impacts éoliens sur les chauves-souris : Actions et stratégie du Groupe Technique éolien de la SFEPM*. 7.

Beucher, Y., Kelm, V., Geyelin, M., & Pick, D. (2011). *Réduction significative de la mortalité des chauves-souris liée aux éoliennes—Poster*.

Beucher, Y., Langlois, A., Albespy, F., & Mounetou, R. (2017). *Les pics d'activité des chauves-souris en plein ciel : Vers une nouvelle perception de la typologie des risques d'impacts éoliens.* https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20519.80803

Brinkmann, R., Schauer-Weisshahn, H., & Bontadina, F. (2006). *Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg* (Projekt 0410 L; p. 66). Regierungspräsidium Freiburg.

Cade, T. J. (1994). Industry Research : Kenetech Windpower. *Wind Power*, 156.

Cornut, J., & Vincent, S. (2010). *Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes* (p. 43). LPO Drôme.

Cryan, P. M. (2008). *Mating Behavior as a Possible Cause of Bat Fatalities at Wind Turbines*. *72 (3)*, 845−849.

Cryan, P. M., & Barclay, R. M. R. (2009). Causes of bat fatalities at wind turbines : Hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*, *90*(6), 1330-1340. https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-076R1.1

Curry, R. C., & Kerlinger, P. (1998). *Avian Mitigation Plan : Kenetech Model Wind Turbines, Altamont Pass WRA, California*. 214.

de Lucas, M., Janss, G. F. E., Whitfield, D. P., & Ferrer, M. (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology*, *45*(6), 1695-1703. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01549.x

Dirksen, S., Spaans, A. L., & Van der Winden, J. (2000). *Studies on Nocturnal Flight Paths and Altitudes of Waterbirds in Relation to Wind Turbines : A Review of Current Research in The Netherlands. In : PNAWPPM III, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California, June 2000 : 97-109.*

Dooling, R., & Lohr, B. (2000, mai). *The role of hearing in avian avoidance of wind turbines*. National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Carmel, California.

DREAL. (2010). *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens*. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer.

DREAL. (2015). *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres*. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer.

DREAL. (2018). *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres*. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer.

Dulac, P. (2008). *Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris Bilan des 5 années de suivi* (p. 106). Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire.

Dürr, T. (2002). Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen in Deutschland. *Nyctalus*, *8*(2), 115-118.

Dürr, T. (2022a). *Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe*. https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/

Dürr, T. (2022b). *Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe*. https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/

Erickson, W. P., Johnson, G. D., & Young, D. P. J. (2005). A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. *USDA Forest Service Gen. Tech. Rep., PSW-GTR-191*, 14.

Foo, C. F., Bennett, V. J., Hale, A. M., Korstian, J. M., Schildt, A. J., & Williams, D. A. (2017). Increasing evidence that bats actively forage at wind turbines. *PeerJ*, *5*, e3985. https://doi.org/10.7717/peerj.3985

Garvin, J. C., Jennelle, C. S., Drake, D., & Grodsky, S. M. (2011). Response of raptors to a windfarm : Raptor behaviour within a windfarm. *Journal of Applied Ecology*, *48*(1), 199-209. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01912.x

Gaultier, S. P., Blomberg, A. S., Ijäs, A., Vasko, V., Vesterinen, E. J., Brommer, J. E., & Lilley, T. M. (2020). Bats and Wind Farms : The Role and Importance of the Baltic Sea Countries in the European Context of Power Transition and Biodiversity Conservation. *Environmental Science & Technology*, *54*(17), 10385-10398. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c00070

Gaultier, S. P., Marx, G., & Roux, D. (2019). *Éoliennes et biodiversité Synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer* (p. 120). LPO et Office national de la chasse et de la faune sauvage. https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf

Gensbol, B. (2004). *Guide des rapaces diurnes d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient* (Delachaux et Niestlé). Editions Delachaux et Niestlé.

Groupe Chiroptères de la SFEPM. (2016). *Suivis des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de chiroptères—Actualisation 2016 des recommandations de la SFEPM.* (Version 2; p. 17). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères (SFEPM).

Grünkorn, T., Diederichs, A., Poszig, D., Diederichs, B., & Nehls, G. (2009). Wie viele Vogel kollidieren mit Windenergieanlagen? *Natur und Landschaft*, *84*(7), 309-314.

Guyonne, J., & Clave, A. T. (2000, in press). *A study of bird behavior in a wind farm and adjacent areas in Tarifa (Spain); management considerations.* National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California.

Hall, L. S., & Richards, G. C. (1972). *Notes on Tadarida australis (Chiroptera : Molossidae).* 46-47.

Haquart, A. (2013). *Actichiro, référentiel d'activité des chiroptères. Eléments pour l'interprétation des dénombrements de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française*. École Pratique des Hautes Études.

Heitz, C., & Jung, L. (2016). *Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : Enjeux et solutions (Etude bibliographique)* (p. 149). Ecospère.

Hernández-Pliego, J., de Lucas, M., Muñoz, A.-R., & Ferrer, M. (2015). Effects of wind farms on Montagu's harrier (Circus pygargus) in Southern Spain. *Biological Conservation*, *191*, 452-458. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.07.040

Hill, R., Hill, K., Aumüller, R., Schulz, A., Dittmann, T., Kulemever, C., & Coppack, T. (2014). *Of birds, blades and barriers : Detecting and analyzing mass migration events at alpha ventus* (Springer Fachmedien, p. 111-131) [Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus]. Federal Maritime and Hydrographic Agency, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.

Horn, J. W., Arnett, E. B., & Kunz, T. H. (2008). Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *Journal of Wildlife Management*, *72*(1), 123-132. https://doi.org/10.2193/2006-465

Hötker, H., Thomsen, K.-M., & Jeromin, H. (2006). *Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources : The example of birds and bats—Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation.* Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

Itty, C., & Duriez, O. (2017). *Le suivi par GPS, une méthode efficace pour évaluer l'impact des parcs éoliens sur des espèces à fort enjeux de conservation : L'exemple de l'aigle royal (Aquila chrysaetos) dans le sud du massif central*. 42-48.

James, R. D., & Coady, G. (2004). Bird monitoring at Toronto's exhibition place wind turbine. *Ontario Birds*, *22*(2), 78-88.

Janss, G. F. E. (1998). *Bird Behavior In and Near a Wind Farm at Tarifa, Spain : Management Considerations*. 214.

Johnson, G. D., Erickson, W. P., Dale Strickland, M., Shepherd, M. F., Shepherd, D. A., & Sarappo, S. A. (2003). Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. *The American Midland Naturalist*, *150*(2), 332-342. https://doi.org/10.1674/0003-0031(2003)150[0332:MOBAAL]2.0.CO;2

Johnston, N. N., Bradley, J. E., & Otter, K. A. (2014). Increased flight altitudes among migrating Golden Eagles suggest turbine avoidance at a rocky mountain wind installation. *PLoS ONE*, *9*(3), e93030. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093030

Joiris, E. (2012, mars 24). *High altitude bat monitoring* [Preliminary results Hainaut & Ardennes]. CSD Ingénieurs.

Jones, G., Cooper-Bohannon, R., Barlow, K., & Parsons, K. (2009). *Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain* [Scoping and method development report]. University of Bristol, Bat Conservation Trust.

Kerlinger, P., Gehring, J. L., Erickson, W. P., Curry, R., Jain, A., & Guarnaccia, J. (2010). Night migrant fatalities and obstruction lighting at wind turbines in North America. *The Wilson Journal of Ornithology*, *122*(4), 744-754. https://doi.org/10.1676/06-075.1

Kingsley, A., & Whittam, B. (2001). *Potential impacts of wind turbines on birds at North Cape, Prince Edward Island* (p. 33). Bird Studies Canada, Atlantic Region.

Kitano, M., & Shiraki, S. (2013). *Estimation of bird fatalities at wind farms with complex topography and vegetation in Hokkaido, Japan. 37*, 41-48.

Kreuziger, J. (2008). *Kulissenwirkung und Vögel. Methodische Rahmenbedingungen für die Auswirkungsanalyse in der FFH-VP.* Vilmer Expertentagung.

Kunz, T. H., Arnett, E. B., Erickson, W. P., Hoar, A. R., Johnson, G. D., Larkin, R. P., Strickland, M. D., Thresher, R. W., & Tuttle, M. D. (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats : Questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *5*(6), 315-324. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[315:EIOWED]2.0.CO;2

Lagrange, H., Roussel, E., Anne-Lise Ughetto, Boulnois, R., Haquart, A., & Melki, F. (2009). *Chirotech Bilan des tests d'asservissement sur le parc de Bouin—2009*. Ecosphère. http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.10316.21129

Langston, R., & Pullan, J. (2003). Windfarms and birds : An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. *23rd Meeting*, 58.

Larsen, J. K., & Madsen, J. (2000). Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (Anser brachyrhynchus) : A landscape perspective. *Landscape Ecology*, *15*(8), 755-764. https://doi.org/10.1023/A:1008127702944

Leddy, K. L., Higgins, K. F., & Naugle, D. E. (1999). Effects of wind turbines on upland nesting birds in conservation reserve program grasslands. *Wilson Bulletin*, *111*(1), 100-104.

Lekuona, J. M. (2001). *Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murcielagos en los parques eoucos de Navarra durante un ciclo anual* (p. 155). Direccion General de Medio Ambiante, Gobierno de Navarra.

Lekuona, J. M., & Ursua, C. (2006). *Avian mortality in wind plants of Navarra (northern Spain). In : De Lucas M., Janss G. & Ferrer M. (eds). Birds and Wind Power.* (lynx Edicions).

Loesch, C. R., Walker, J. A., Reynolds, R. E., Gleason, J. S., Niemuth, N. D., Stephens, S. E., & Erickson, M. A. (2013). Effect of wind energy development on breeding duck densities in the Prairie Pothole Region : Wind Energy and Breeding Ducks. *The Journal of Wildlife Management*, *77*(3), 587-598. https://doi.org/10.1002/jwmg.481

Loss, S. R., Will, T., & Marra, P. P. (2015). Direct mortality of birds from anthropogenic causes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *46*(1), 99-120. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054133

LPO Drôme. (2010). *Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes*.

Marques, A. T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Pereira, M. J. R., Fonseca, C., Mascarenhas, M., & Bernardino, J. (2014). Understanding bird collisions at wind farms : An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation*, *179*, 40-52. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.08.017

Marques, A. T., Santos, C. D., Hanssen, F., Muñoz, A., Onrubia, A., Wikelski, M., Moreira, F., Palmeirim, J. M., & Silva, J. P. (2020). Wind turbines cause functional habitat loss for migratory soaring birds. *Journal of Animal Ecology*, *89*(1), 93-103. https://doi.org/10.1111/1365-2656.12961

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* (LN 1216-54). LPO France.

May, R., Nygård, T., Falkdalen, U., Åström, J., Hamre, Ø., & Stokke, B. G. (2020). Paint it black : Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. *Ecology and Evolution*, *10*(16), 8927-8935. https://doi.org/10.1002/ece3.6592

Millon, L., Colin, C., Brescia, F., & Kerbiriou, C. (2018). Wind turbines impact bat activity, leading to high losses of habitat use in a biodiversity hotspot. *Ecological Engineering*, *112*, 51-54. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.12.024

Millon, L., Julien, J.-F., Julliard, R., & Kerbiriou, C. (2015). Bat activity in intensively farmed landscapes with wind turbines and offset measures. *Ecological Engineering*, *75*, 250-257. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.11.050

Minderman, J., Gillis, M. H., Daly, H. F., & Park, K. J. (2017). Landscape-scale effects of single- and multiple small wind turbines on bat activity. *Animal Conservation*, *20*(5), 455-462. https://doi.org/10.1111/acv.12331

Moriguchi, S., Mukai, H., Komachi, R., & Sekijima, T. (2019). Wind farm effects on migratory flight of Swans and foraging distribution at their stopover site. In R. Bispo, J. Bernardino, H. Coelho, & J. Lino Costa (Éds.), *Wind Energy and Wildlife Impacts* (p. 125-133). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05520-2_8

Morinha, F., Travassos, P., Seixas, F., Martins, A., Bastos, R., Carvalho, D., Magalhães, P., Santos, M., Bastos, E., & Cabral, J. A. (2014). Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal. *Bird Study*, *61*(2), 255-259. https://doi.org/10.1080/00063657.2014.883357

Osborn, R. G., Dieter, C. D., Higgins, K. F., & Usgaard, R. E. (1998). Bird flight characteristics near wind turbines in Minnesota. *The American Midland Naturalist*, *139*(1), 29-38. https://doi.org/10.1674/0003-0031(1998)139[0029:BFCNWT]2.0.CO;2

Osborn, R. G., Higgins, K. F., Dieter, C. D., & Usgaard, R. E. (1996). *Bat collisions with wind turbines in southwestern Minnesota*. *37(4)*, 105-108.

Pagel, J. E., Kritz, K. J., Millsap, B. A., Murphy, R. K., Kershner, E. L., & Covington, S. (2013). Bald Eagle and Golden Eagle mortalities at wind energy facilities in the contiguous United States. *Journal of Raptor Research*, *47*(3), 311-315. https://doi.org/10.3356/JRR-12-00019.1

Pearce-Higgins, J. W., Stephen, L., Douse, A., & Langston, R. H. W. (2012). Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation : Results of a multi-site and multi-species analysis. *Journal of Applied Ecology*, *49*(2), 386-394. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02110.x

Pedersen, M. B., & Poulsen, E. (1991). Avian Response to the Implementation of the Tjaereborg Wind Turbine at the Danish Wadden Sea. Studies on Danish Fauna Report 47. *Denmark Institute of Ecological Studies*.

Percival, S. M. (1998). *Birds and wind turbines—Managing potential planning issues.* 345-350.

Percival, S. M. (2001). *Assessment of the effects of offshore wind farms on birds* (DTI/Pub URN 01/1434; p. 96).

Perret, M. (2017). *Eolien et biodiversité : Prise en compte des enjeux relatifs à la biodiversité dans le cadre réglementaire français*. 6.

Puzen, S. C. (2002). Bat interactions with wind turbines in northeastern Wisconsin. *Wisconsin Public Service Corporation, Green Bay, USA.*

Richardson, W. J. (1998). *Bird migration and wind turbines : Migration timing, flight behavior, and collision risk*. 214.

Rico, P., & Lagrange, H. (2011). *Chirotech Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Mas de Leuze (commune de Saint Martin de Crau-13)—2011*. Biotope. http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.23108.83849

Rico, P., & Lagrange, H. (2015). *Etude de l'impact des parcs éoliens sur l'activité et la mortalité des chiroptères par trajectographie acoustique, imagerie thermique et recherche de cadavres au sol—Contributions aux évaluations des incidences sur l'environnement.* (p. 174). Sens Of Life, DGO3, SPW.

Rico, P., Lagrange, H., Cosson, E., & Allouche, L. (2012). *Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Mas de Leuze (commune de Saint Martin de Crau-13)—2012* (p. 67). Biotope.

Riols-Loyrette, C. (2015). Impact de parcs éoliens sur un couple d'aigle royal Aquila chrysaetos dans les Corbières. *Ornithos*, *22(4)*, 196-207.

Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Karapandža, B., Kovac, D., Kervyn, T., Dekker, J., Kepel, A., Bach, P., Collins, J., Harbusch, C., Park, K., Micevski, B., & Minderman, J. (2015). *Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens* (N° 978-92-95058-32-3; Publication Series N°6, p. 133). EUROBATS.

Roeleke, M., Blohm, T., Kramer-Schadt, S., Yovel, Y., & Voigt, C. C. (2016). Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. *Scientific Reports*, *6*(1), 28961. https://doi.org/10.1038/srep28961

Roemer, C., Disca, T., Coulon, A., & Bas, Y. (2017). Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. *Biological Conservation*, *215*, 116-122. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.09.002

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. https://doi.org/10.3161/150811010X537846

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? *European Journal of Wildlife Research*, *56*(6), 823-827. https://doi.org/10.1007/s10344-010-0444-3

Schuster, E., Bulling, L., & Köppel, J. (2015). Consolidating the state of knowledge : A synoptical review of wind energy's wildlife effects. *Environmental Management*, *56*(2), 300-331. https://doi.org/10.1007/s00267-015-0501-5

Seiche, K. (2007). *Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006.* (Naturschutz und Landschaftspflege). Freistaat Sachsen, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie.

Shaffer, J. A., & Buhl, D. A. (2016). Effects of wind-energy facilities on breeding grassland bird distributions : Wind-energy effects on grassland birds. *Conservation Biology*, *30*(1), 59-71. https://doi.org/10.1111/cobi.12569

Smallwood, K. S. (2013). Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects. *Wildlife Society Bulletin*, *37*(1), 19-33. https://doi.org/10.1002/wsb.260

Smith, J. A., & Dwyer, J. F. (2016). Avian interactions with renewable energy infrastructure : An update. *The Condor*, *118*(2), 411-423. https://doi.org/10.1650/CONDOR-15-61.1

Strickland, M. D., Johnson, G., Erickson, W. P., & Kronner, K. (2001). *Avian studies at wind plants located at Buffalo Ridge, Minnesota and Vansycle Ridge, Oregon*. 38-52.

Thaxter, C. B., Buchanan, G. M., Carr, J., Butchart, S. H. M., Newbold, T., Green, R. E., Tobias, J. A., Foden, W. B., O'Brien, S., & Pearce-Higgins, J. W. (2017). Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *284*(1862), 20170829. https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0829

Thelander, C. G., & Rugge, L. (2000). *Examining relationships between bird risk behaviors and fatalities at the Altamont wind resource area : A second year's progress report*. 5-14.

Thomas, R. (2000). *An Assessment of the Impact of Wind Turbines on Birds at Ten Windfarm Sites in the UK*. 215-219.

Vogelwarte. (2016). *Energie eolienne et protection des oiseaux*.

Whitfield, D. P., & Madders, M. (2006). A review of the impacts of wind farms on Hen Harriers Circus cyaneus and an estimation of collision avoidance rates. *Natural Research Ldt*, 33.

Winkelman, J. E. (1985). Vogelhinder door middelgrote windturbines—Over vlieggedrag, slachtoffers en verstoring [Bird impact by middle-sized wind turbines on flight behaviour, victims, and disturbance]. *Limosa*, *58*, 117-121.

Winkelman, J. E. (1992). *De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1 : Aanvaringsslachtoffers. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 1 : Collision victims.]* (RIN-rapport92/2; p. 144). DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek.

Winkelman, J. E. (1994). BirdlWind Turbine Investigations in Europe. *Wind Power*, 156.

Zeiler, H. P., & Grünschachner-Berger, V. (2009). Impact of wind power plants on black grouse, Lyrurus tetrix in Alpine regions. *Folia Zoologica*, *58*(2), 173-182.

VII. Annexes

VII.1. Fiches de renseignement des cadavres d'oiseaux et de chauves-souris trouvés sur le parc éolien de la Vallée de Torfou en 2022

Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
N° de l'éolienne :	**E4**	**Nom du site :**	**Vallée de Torfou**
Eolienne à l'arrêt :	Non	**Observateur :**	**Timothée Habert**
Assolement :	Terre nue	**Date du suivi :**	**19/08/2022**
Hauteur de la culture :	0 cm	Heure du relevé :	14h
Distance au pied du mât :	20 m	**Espèce :**	**Noctule commune**
Direction par rapport au mât :	75° Est-Nord-Est	Cadavre n° :	1
Latitude :	47.013545	Photo :	-
Longitude :	1.964870	Envergure :	420mm
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques		Sexe :	Indéterminé
Date présumée :	19/08/2022	Age :	Indéterminé
Température moyenne :	21,98° C	Etat du cadavre :	Frais
Force du vent et direction :	6,52 m/s O	Présence d'insectes :	Oui
Cause présumée de la mort : Barotraumatisme			
Particularités du cadavre (couleur, forme), note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) :			

Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
N° de l'éolienne :	**E8**	**Nom du site :**	**Vallée de Torfou**
Eolienne à l'arrêt :	Non	**Observateur :**	**Timothée Habert**
Assolement :	Terre nue	**Date du suivi :**	**02/09/2022**
Hauteur de la culture :	0 cm	Heure du relevé :	15h
Distance au pied du mât :	20 m	**Espèce :**	**Noctule commune**
Direction par rapport au mât :	270° Ouest	Cadavre n° :	2
Latitude :	47,001356	Photo :	-
Longitude :	1,975997	Envergure :	Indéterminée
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques		Sexe :	Indéterminé
Date présumée :	31/08/2022	Age :	Indéterminé
Température moyenne :	23,97° C	Etat du cadavre :	Sec
Force du vent et direction :	4,38 m/s E	Présence d'insectes :	Non
Cause présumée de la mort : Barotraumatisme			
Particularités du cadavre (couleur, forme), note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) :			

Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
N° de l'éolienne :	**E5**	**Nom du site :**	**Vallée de Torfou**
Eolienne à l'arrêt :	Non	**Observateur :**	**Timothée Habert**
Assolement :	Terre nue	**Date du suivi :**	**20/09/2022**
Hauteur de la culture :	0 cm	Heure du relevé :	18h30
Distance au pied du mât :	45 m	**Espèce :**	**Effraie des clochés**
Direction par rapport au mât :	160°	Cadavre n° :	3
Latitude :	46,998972	Photo :	-
Longitude :	1,970944	Envergure :	
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques		Sexe :	Indéterminé
Date présumée :	18/09/2022	Age :	Adulte
Température moyenne :	14,91° C	Etat du cadavre :	Frais
Force du vent et direction :	4,82 m/s NE	Présence d'insectes :	Non
Cause présumée de la mort : Collision			
Particularités du cadavre (couleur, forme), note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : Une seule aile retrouvée, reste probablement prédaté			

Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
N° de l'éolienne :	**E5**	**Nom du site :**	**Vallée de Torfou**
Eolienne à l'arrêt :	Oui	**Observateur :**	**Timothée Habert**
Assolement :	Pierre	**Date du suivi :**	**30/09/2022**
Hauteur de la culture :	0 cm	Heure du relevé :	11h30
Distance au pied du mât :	10 m	**Espèce :**	**Pipit farlouse**
Direction par rapport au mât :	90°	Cadavre n° :	4
Latitude :	46,990156	Photo :	-
Longitude :	1,970791	Envergure :	Indéterminée
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques		Sexe :	Indéterminé
Date présumée :	30/09/2022	Age :	Juvénile
Température moyenne :	14,46° C	Etat du cadavre :	Frais
Force du vent et direction :	4,28 m/s SO	Présence d'insectes :	Oui
Cause présumée de la mort : Collision			
Particularités du cadavre (couleur, forme), note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : cadavre sans tête, très frais, probablement en train d'être prédaté au moment de la découverte			

VII.2. Arrêté préfectoral n°2021-DREAL-EBP-0163 délivré à Sens Of Life portant dérogation aux interdictions au titre des espèces protégées

PRÉFET
DE LA MARNE
Liberté
Égalité
Fraternité

DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMÉNAGEMENT ET DU LOGEMENT GRAND EST
SERVICE EAU, BIODIVERSITÉ, PAYSAGES

Arrêté n° 2021-DREAL-EBP-0163
portant dérogation aux interdictions au titre des espèces protégées

Le Préfet de la Marne

VU le Code de l'Environnement, et notamment ses articles L 411-1, L 411-2, L 415-3 et R 411-1 à R 411-14 ;

VU l'arrêté du 19 février 2007 modifié fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées ;

VU l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ;

VU l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ;

VU la demande présentée par le Bureau d'études Sens Of Life, 3 rue Cope Cambe, 34230 PLAISSAN (Agence de Reims, 51);

VU l'avis du Conseil National pour la Protection de la Nature (CNPN) en date du 05 octobre 2021 ;

Considérant que la demande de dérogation porte sur des opérations de capture/transport de spécimens ;

Considérant l'intérêt de ces opérations pour la connaissance et la protection de la faune sauvage ;

Considérant l'absence de solution technique alternative au transport des espèces concernées qui soit pertinente et satisfaisante ;

Considérant que la demande de dérogation ne nuit pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces protégées concernées dans leur aire de

1

répartition naturelle ;

Considérant que les conditions d'octroi d'une dérogation à l'interdiction de transport de spécimens des espèces concernées se trouvent ici réunies ;

Sur proposition du Directeur régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Grand Est,

ARRÊTE

Article 1er : Le bénéficiaire de la dérogation est le Bureau d'études Sens Of Life, 3 rue Cope Cambe, 34230 PLAISSAN (Agence de Reims, 51).

Article 2 : Le Bureau d'études Sens Of Life, 3 rue Cope Cambe, 34230 PLAISSAN (Agence de Reims, 51) est autorisé à déroger aux interdictions de capture/transport de spécimens d'espèces animales protégées listées ci-dessous:

- Pour les chiroptères :
  - Pipistrelle commune *(Pipistrellus pipistrellus)* ;
  - Pipistrelle de Nathusius *(Pipistrellus nathusii)* ;
  - Pipistrelle de Kuhl *(Pipistrellus kuhlii)* ;
  - Pipistrelle pygmée *(Pipistrellus pygmaeus)* ;
  - Noctule commune *(Nyctalus noctula)* ;
  - Noctule de Leisler *(Nyctalus leisleri)* ;
  - Sérotine commune *(Eptesicus serotinus)*.

- Pour les oiseaux :
  - Alouette lulu *(Lullula arborea)* ;
  - Balbuzard pêcheur *(Pandion haliaetus)* ;
  - Bergeronnette grise *(Motacilla alba)* ;
  - Bergeronnette printanière *(Motacilla flava)* ;
  - Bruant jaune *(Emberiza citrinella)* ;
  - Bruant proyer *(Emberiza calandra)* ;
  - Busard cendré *(Circus pygargus)* ;
  - Busard des roseaux *(Circus aeruginosus)* ;
  - Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)* ;
  - Buse variable *(Buteo buteo)* ;
  - Caille des blés *(Coturnix coturnix)* ;
  - Cigogne blanche *(Ciconia ciconia)* ;
  - Cigogne noire *(Ciconia nigra)* ;
  - Faucon crécerelle *(Falco tinnunculus)* ;
  - Faucon hobereau *(Falco subbuteo)* ;
  - Faucon pèlerin *(Falco peregrinus)* ;
  - Goéland leucophée *(Larus michahellis)* ;
  - Grand-duc d'Europe *(Bubo bubo)* ;
  - Grue cendrée *(Grus grus)* ;
  - Hibou des marais *(Asio flammeus)* ;
  - Hirondelle de fenêtre *(Delichon urbicum)* ;
  - Hirondelle de rivage *(Riparia riparia)* ;
  - Hirondelle rustique *(Hirundo rustica)* ;
  - Linotte mélodieuse *(Linaria cannabina)* ;
  - Martinet noir *(Apus apus)* ;
  - Milan noir *(Milvus migrans)* ;
  - Milan royal *(Milvus milvus)* ;

2

- Oedicnème criard *(Burhinus oedicnemus)* ;
- Pic épeiche *(Dendrocopos major)* ;
- Pigeon biset *(Columba livia)* ;
- Pouillot véloce *(Phylloscopus collybita)* ;
- Pygargue à queue blanche *(Haliaeetus albicilla)* ;
- Roitelet à triple bandeau *(Regulus ignicapilla)* ;
- Roitelet huppé *(Regulus regulus)* ;
- Rougegorge familier *(Erithacus rubecula)* ;
- Rougequeue noir *(Phoenicurus ochruros)*.

• Pour les espèces listées à l'arrêté du 6 janvier 2020 :

- Le Milan royal *(Milvus milvus)*, le Bruant des roseaux *(Emberiza schoeniclus)* ainsi que la Noctule commune *(Nyctalus noctula)* inscrits à l'arrêté du 6 janvier 2020 fixant la liste des espèces animales et végétales à la protection desquelles il ne peut être dérogé qu'après avis du Conseil national de la protection de la nature.

Ces dérogations sont autorisées pour la période courant entre la notification de l'arrêté et le 31 décembre 2021 dans le périmètre des communes et des parcs éoliens indiqués ci-dessous situés dans le département de la Haute-Marne (52).

Parc éolien	Commune	Département	Eoliennes	Types de suivis
Grande Combe	Aillianville	Haute-Marne	8	20 suivis de mortalité 6 suivis avifaune
Riaucourt	Riaucourt	Haute-Marne	5	20 suivis de mortalité

Article 3 : Les opérations prévues dans le présent arrêté sont réalisées conformément aux protocoles et engagements décrits dans le dossier de demande de dérogation correspondant, ainsi qu'aux prescriptions complémentaires fixées par le présent arrêté (ces prescriptions complémentaires prévalent en cas de contradiction) et notamment:

Mise en œuvre des opérations :

Dans le cas d'animaux retrouvés blessés, ceux-ci sont transportés au centre de sauvegarde de faune sauvage le plus proche. La liste des centres répertoriés est la suivante :

- Groupement Ornithologique du Refuge Nord Alsace (GORNA)
  Maison Forestière du Loosthal
  Route Départementale 134
  67330 NEUWILLER-LES-SAVERNE

- Centre de Sauvegarde LPO Alsace
  1, rue Wisch
  67560 ROSENWILLER

- Centre de Sauvegarde de la Faune Lorraine (CSFL)
  Site du Jardin Nature
  Route D130
  54910 VALLEROY

- CPIE Sud-Champagne
  Domaine Saint Victor
  10200 SOULAINES-DHUYS

- Parc Argonne Découverte
  RD946, Bois de Roucy
  08250 OLIZY-PRIMAT

Si nécessaire les cadavres d'animaux collectés sont acheminés pour établir les causes de la mort ou pour identification dans le Bureau d'études Sens Of Life, Agence de Reims, 2 Rue des Gobelins, 51100 Reims.

Les cadavres de chiroptères sont systématiquement envoyés au Muséum de Bourges pour analyses, selon les recommandations issues du PNA n° 2 en faveur des chiroptères.

Transmission des données :

Système d'information sur la nature et les paysages (SINP) :
Le bénéficiaire de la présente dérogation doit contribuer à l'inventaire du patrimoine naturel. Les résultats des suivis écologiques sont versés au moyen du téléservice créé par l'arrêté du 17 mai 2018 portant création d'un traitement de données à caractère personnel relatif au versement ou à la saisie de données brutes de biodiversité dénommées « dépôt légal de données de biodiversité ». Les jeux de données doivent être distincts selon les méthodes et protocoles d'acquisition de données naturalistes mis en œuvre.
Les données doivent être fournies avec une géolocalisation au point (non dégradée). Elles alimentent le système d'information sur la nature et les paysages avec le statut de données publiques.
Le dépôt de ces données et leur publication s'effectuent au plus tard le 31 janvier de l'année suivant l'obtention des données. Le bénéficiaire de la présente dérogation fournit le certificat de conformité de dépôt légal à la DREAL Grand Est.

Une synthèse annuelle est à transmettre à la DREAL Grand Est, au Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) et au Conseil national de protection de la nature (CNPN) .

Article 4 : La présente dérogation est accordée jusqu'au 31 décembre 2021 et prend effet à compter de sa date de notification.

Article 5 : La mise en œuvre des dispositions définies aux articles 2 et 3 du présent arrêté peut faire l'objet de contrôle par les agents chargés de constater les infractions mentionnées à l'article L.415-3 du code de l'environnement.
Le non-respect du présent arrêté est puni des sanctions définies à l'article L.415-3 du code de l'environnement.

Article 6 : Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.
La présente décision est notifiée au pétitionnaire. Elle est également publiée au recueil des actes administratifs de la Préfecture de la Haute-Marne.
La présente décision peut faire l'objet d'un recours contentieux auprès du Tribunal administratif compétent dans un délai de deux mois à compter de sa date de publication ou de sa date de notification.
Elle peut préalablement faire l'objet d'un recours gracieux (auprès de Monsieur le Préfet de la Haute-Marne) ou hiérarchique (auprès du Ministre en charge de l'environnement) dans le délai de 2 mois. Ce recours administratif proroge de 2 mois le délai de recours contentieux.
La décision expresse ou tacite – née du silence de l'autorité administrative à l'issue du délai de 2 mois à compter de la réception du recours hiérarchique – peut faire l'objet, avec la

décision contestée, d'un recours contentieux auprès du Tribunal administratif dans le délai de 2 mois.

Article 7 : Le Préfet du département de Meurthe et Moselle, le Directeur régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Grand Est sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Fait à Strasbourg le 12/10/2021

Par délégation du Préfet du département de
Meurthe et Moselle
Pour le Directeur Régional de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
du Grand Est,
Le Chef du Service Eau, Biodiversité, Paysages,

Ludovic PAUL

VII.3. Fiches incidences

VII.3.1. Pipit farlouse, date de découverte : 30/09/2022

Fiche de notification : Déclaration d'incident faune volante

Données brutes et analyse d'un incident lié au fonctionnement d'un parc éolien

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	17/10/2022
Rédacteur *(Point contact administration)*	**Alban MAZARS-SIMON** Chef de projets – Sens Of Life + 33 (0) 6 80 39 58 46
Coordonnées de l'exploitant ICPE *(Titulaire des autorisations)*	• Nom du parc tel que mentionné sur les arrêtés d'autorisation : Parc éolien de la Vallée de Torfou • N°ICPE OREOL : 0010012197
Localisation	• Commune(s) : Sainte-Lizaigne/Les Bordes • Département(s) : Indre

2. Données brutes

Date de découverte	30/09/2022
Contexte de la découverte	Le ou les individus ont été découverts : ☒ Au cours d'un suivi environnemental ☐ Par découverte aléatoire, à préciser Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Qualité de la personne ayant découvert	Qualité : ☐ Promeneur / riverain ☐ Exploitant agricole ☐ Intervenant (exploitant, maintenancier, paysagiste…) ☒ Bureau d'étude environnemental ☐ Autre, préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Nom de la société le cas échéant : Sens of Life
Informations sur l'individu	• Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1 • Type d'espèce identifiée : ☒ Avifaune ☐ Chiroptère

	• Espèce présumée : Nom commun : Pipit farlouse Nom scientifique : ~~Anthus pratensis~~ Liste rouge nationale : VU : Vulnérable Liste locale ou régionale établie selon la méthodologie UICN : ~~VU:~~ Vulnérable
Contexte de la découverte de l'individu n°1 *Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus*	• Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) et identifiant OREOL : E5 - • Estimation de la distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 10 m ☐ *Information non disponible* • Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Est ☐ *Information non disponible* • Estimation de la date de la mort de l'individu : 30/09/2022 ☐ *Information non disponible*
Informations particulières relatives à l'individu n°1 *Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus*	• Etat de l'individu découvert : ☐ Vivant (blessé) ☐ Mort sans blessure visible ☒ Mort avec blessure visible ☒ Fragment(s) / Ossement(s) ☐ *Information non disponible* • Si individu mort, état du cadavre découvert : ☒ Frais ☐ Avancé ☐ Décomposé ☐ Sec ☐ *Information non disponible* • Individu bagué : ☐ Oui ☒ Non ☐ Indéterminé Si oui, n° bague : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. ☐ *Information non disponible*

3. Analyse

Etat initial de l'étude d'impact	• L'espèce était-elle identifiée dans l'état initial de l'étude d'impact ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. • L'espèce faisait-elle l'objet de mesures ERC ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, les détailler : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Fonctionnement de l'éolienne impliquée	• L'éolienne ~~fait-elle~~ l'objet d'une mesure de régulation statique en lien avec l'individu découvert ? ☐ Oui ☒ Non Si oui, préciser le type de mesure et sa programmation : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. La régulation était-elle programmée pour fonctionner au moment de l'incident ? ☐ Oui ☐ Non ☐ *Information non disponible* La régulation était-il effectivement en fonctionnement ? ☐ Oui ☐ Non → Décrire le dysfonctionnement : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. ☐ *Information non disponible* La programmation de la mesure de régulation était-elle adaptée ? ☐ Oui ☐ Non → Préciser les mesures correctives et améliorations possibles en parties 5 & 6 • L'éolienne ~~fait-elle~~ l'objet d'une régulation dynamique avec présence d'un Système de Détection Automatisé (SDA) en lien avec l'individu découvert ? ☐ Oui ☒ Non Si oui, préciser le type de dispositif et les modalités de paramétrage pour l'espèce concernée : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Le système était-il programmé pour fonctionner au moment de l'incident ? ☐ Oui ☐ Non ☐ *Information non disponible* Le système était-il effectivement en état de marche ? ☐ Oui ☐ Non → Décrire le dysfonctionnement : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. ☐ *Information non disponible* La programmation du système était-elle adaptée ? ☐ Oui

	☐ Non → Préciser les mesures correctives et améliorations possibles en parties 5 & 6
Contexte de l'incident, *lorsque celui-ci peut être déterminé*	• Contexte : ☐ Travaux agricoles récents ☐ Période de migration de l'espèce ☐ Individu ou couple cantonné connu à proximité ☒ Indéterminé ☐ Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. • Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : 0cm, cadavre découvert sur rocher. • Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette blessure / mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. • Hypothèse(s) avancée(s) : ☒ Jeune en phase d'apprentissage ☐ Migrateur ☐ Nicheur potentiel ☐ Hivernant ☐ Autre hypothèse, préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Causes probables de l'incident	☒ Collision ☐ Barotraumatisme ☐ Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. ☐ Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Récurrence de la découverte de cadavre de cette espèce sur le parc	Cadavre(s) de cette espèce déjà retrouvé(s) sur le parc éolien ? ☐ Oui ☒ Non Si oui, dresser la liste des cadavres de cette espèce découverts sur ce parc :

Date	Lieu	Nombre

4. Autres commentaires

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

5. Mesures et actions correctives proposées par l'exploitant, le cas échéant

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

6. Éléments complémentaires transmis

Joindre à cette fiche tout élément complémentaire utile à la compréhension et à l'analyse de l'incident, notamment :

☒ Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site, avec si possible une croix estimant le lieu de découverte à titre indicatif

☒ Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*

☐ Suivis environnementaux et éléments pertinents de l'étude d'impact, *sauf si déjà transmis*

☐ Rapport d'autopsie, radiographie et/ou analyses toxicologiques, *si réalisées*

☐ Autre, à préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

VII.3.2. Noctule commune, date de découverte : 19/08/2022

Fiche Incident : Déclaration de mortalité

Donnée brute et analyse d'une mortalité liée au fonctionnement d'un parc éolien

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	26/08/2022
Rédacteur *(Point contact administration)*	**Alban MAZARS-SIMON** Chef de projets – Sens Of Life + 33 (0) 6 80 39 58 46
Coordonnées de l'exploitant ICPE, *titulaire des autorisations*	**Paul ROUSSEAU** Responsable Parcs Eoliens – ERG +33 (0) 6 07 78 32 39

2. Données brutes

Date de découverte de l'individu	19/08/2022
Nom et qualité de la personne ayant découvert l'individu	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. ☐ Promeneur / Riverain ☐ Exploitant agricole ☐ Intervenant ☒ Bureau d'Etude ☐ Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Cadre de découverte de l'individu	• L'individu a été découvert : ☒ Au cours d'un suivi environnemental ☐ Par découverte aléatoire, à préciser Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. • Coordonnées du lieu de découverte (a minima commune / département) : Parc Eolien Vallée du Torfou Coordonnée GPS Cadavre : 47.0135450 ; 1.96 • Numéro de l'éolienne : E4 • Distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 20 • Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : 75°Nord • Estimation de la date de la mort de l'individu : 19/08/2022 • Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Terre Nue, 0 cm
Informations sur l'individu	• Type d'espèce identifiée : ☐ Avifaune ☒ Chiroptère • Espèce présumée *(nom commun, nom scientifique)* : Noctule Commune, *Nyctalus noctula (Schreber, 1774)* • Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1 • Catégorie Liste rouge : Liste rouge nationale : VU : Vulnérable Liste locale ou régionale : NT : Quasi menacée
Informations particulières relatives à l'individu n°1 *Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus*	• Âge *(si possible)* : Adulte • Sexe *(si possible)* : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. • Etat de l'individu découvert : ☐ Vivant (blessé) ☒ Mort sans blessure visible ☐ Mort avec blessure visible ☐ Fragment(s) / Ossement(s) • Etat du cadavre découvert : ☒ Frais ☐ Avancé ☐ Décomposé ☐ Sec • Individu bagué : ☐ Oui ☒ Non ☐ Indéterminé

3. Analyse

Eolienne impliquée	• Eolienne équipée d'un système détection/effarouchement : ☐ Oui ☒ Non Si oui, préciser le type de dispositif, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. • Eolienne faisant l'objet d'une mesure de régulation : ☒ Oui ☐ Non Si oui, préciser la mesure en place, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Bridage
Contexte de l'incident, *lorsque celui-ci peut être déterminé*	• Contexte : ☐ Travaux agricoles récents ☐ Vague de migration ☐ Couple cantonné connu à proximité ☒ Indéterminé ☐ Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. • Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

	• Hypothèse avancée : ☒ Adulte en chasse ☐ Jeune en phase d'apprentissage ☐ Migrateur
Causes probables de l'incident	☐ Collision ☒ Barotraumatisme ☐ Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. ☐ Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Récurrence de la découverte de cadavre de cette espèce sur le parc	Cadavre(s) de cette espèce déjà retrouvé(s) sur le parc éolien ? ☐ Oui ☒ Non Si oui, dresser la liste des cadavres de cette espèce découverts sur ce parc : Date | Lieu | Nombre (lignes vides)

4. Autres commentaires

5. Mesures correctives proposées par l'exploitant, le cas échéant

6. Eléments complémentaires transmis

☒ Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site

☒ Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*

☐ Radiographie, *si réalisée*

☐ Rapport d'autopsie, *si réalisée*

☐ Analyse toxicologique, *si réalisée*

☐ Constat par un agent assermenté, *si réalisé*

Parc éolien – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative - Août 2022
France Energie Eolienne
ERG
Approche scalaire du site d'implantation
Parc éolien de la Vallée de Torfou
Indre (36)
N
Légende :
Emplacement des éoliennes
Numéro d'éolienne
0
750
1 500 m

VII.3.3. Noctule commune, date de découverte : 02/09/2022

Fiche Incident : Déclaration de mortalité

Donnée brute et analyse d'une mortalité liée au fonctionnement d'un parc éolien

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	06/09/2022
Rédacteur *(Point contact administration)*	**Alban MAZARS-SIMON** Chef de projets – Sens Of Life + 33 (0) 6 80 39 58 46
Coordonnées de l'exploitant ICPE, *titulaire des autorisations*	**Paul ROUSSEAU** Responsable Parcs Eoliens – ERG +33 (0) 6 07 78 32 39

2. Données brutes

Date de découverte de l'individu	02/09/2022
Nom et qualité de la personne ayant découvert l'individu	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. ☐ Promeneur / Riverain ☐ Exploitant agricole ☐ Intervenant ☒ Bureau d'Etude ☐ Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Cadre de découverte de l'individu	• L'individu a été découvert : ☒ Au cours d'un suivi environnemental ☐ Par découverte aléatoire, à préciser Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. • Coordonnées du lieu de découverte (a minima commune / département) : Parc Eolien Vallée du Torfou Coordonnée GPS Cadavre : 47.001356 ; 1.975997 • Numéro de l'éolienne : E8 • Distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 20 • Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Ouest • Estimation de la date de la mort de l'individu : 31/08/2022 • Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Terre Nue, 0 cm
Informations sur l'individu	• Type d'espèce identifiée : ☐ Avifaune

	☒ Chiroptère • Espèce présumée *(nom commun, nom scientifique)* : Noctule Commune, ~~Nyctalus noctula~~ *(Schreber, 1774)* • Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1 • Catégorie Liste rouge : Liste rouge nationale : VU : Vulnérable Liste locale ou régionale : NT : Quasi menacée
Informations particulières relatives à l'individu n°1 *Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus*	• Âge *(si possible)* : Adulte • Sexe *(si possible)* : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. • Etat de l'individu découvert : ☐ Vivant (blessé) ☒ Mort sans blessure visible ☐ Mort avec blessure visible ☐ Fragment(s) / Ossement(s) • Etat du cadavre découvert : ☐ Frais ☐ Avancé ☐ Décomposé ☒ Sec • Individu bagué : ☐ Oui ☒ Non ☐ Indéterminé

3. Analyse

Eolienne impliquée	• Eolienne équipée d'un système détection/effarouchement : ☐ Oui ☒ Non Si oui, préciser le type de dispositif, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. • Eolienne faisant l'objet d'une mesure de régulation : ☒ Oui ☐ Non Si oui, préciser la mesure en place, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Bridage
Contexte de l'incident, *lorsque celui-ci peut être déterminé*	• Contexte : ☐ Travaux agricoles récents ☐ Vague de migration ☐ Couple cantonné connu à proximité ☒ Indéterminé ☐ Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. • Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

	• Hypothèse avancée : ☒ Adulte en chasse ☐ Jeune en phase d'apprentissage ☐ Migrateur
Causes probables de l'incident	☐ Collision ☒ Barotraumatisme ☐ Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. ☐ Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Récurrence de la découverte de cadavre de cette espèce sur le parc	Cadavre(s) de cette espèce déjà retrouvé(s) sur le parc éolien ? ☒ Oui ☐ Non Si oui, dresser la liste des cadavres de cette espèce découverts sur ce parc :

Date	Lieu	Nombre
19/08/2022	E4	1

4. Autres commentaires

5. Mesures correctives proposées par l'exploitant, le cas échéant

6. Eléments complémentaires transmis

☒ Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site

☒ Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*

☐ Radiographie, *si réalisée*

☐ Rapport d'autopsie, *si réalisée*

☐ Analyse toxicologique, *si réalisée*

☐ Constat par un agent assermenté, *si réalisé*

Version Octobre 2021 Page 4 sur 4

VII.4. Tableau 16 : Récapitulatif des données de mortalité des oiseaux, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2022).

Espèce	Mortalité en Europe																						Total
	A	BE	BG	CH	CR	CY	CZ	D	DK	ES	EST	FI	FR	GB	GR	LX	NL	N	PT	PL	RO	S	
Acanthis flammea								1															**1**
Accipiter gentilis								8	1	4			1				1						**15**
Accipiter nisus	1	4						41	1	18			14		1		1						**81**
Acrocephalus arundinaceus										1													**1**
Acrocephalus palustris								1															**1**
Acrocephalus schoenobaenus								1															**1**
Acrocephalus scirpaceus								4		13													**17**
Aegolius funereus					1																		**1**
Aegithalos caudatus								1															**1**
Aegypius monachus										3			1		1								**5**
Alauda arvensis	23						8	121		89			97		1		2		44	10			**395**
Alauda spec.										7													**7**
Alcedo atthis													1										**1**
Alectoris chukar															2								**2**
Alectoris rufa										115			13						19				**147**
Alopochen aegyptiacus								2									2						**4**
Anas clypeata								1									1	1					**3**
Anas crecca		2						6									1	2					**11**
Anas penelope		1						5															**6**
Anas platyrhynchos	4	48		2				214	1	36			10				63	3	1	13			**395**
Anas spec.								1	2				2				3			2			**10**
Anas strepera								3									3						**6**
Anser albifrons								5									1						**6**
Anser albifrons / fabalis								4															**4**
Anser anser	1	1						18		3							7	4					**34**
Anser anser f. domestica		3																					**3**
Anser brachyrhynchus									1														**1**
Anser fabalis								7									1						**8**
Anseridae spec.	1								8								1						**10**
Anthus campestris										20			1						1				**22**
Anthus pratensis		5						1		17			3		1		2	1	3				**33**
Anthus spec.																			1				**1**
Anthus spinoletta										7									1				**8**
Anthus trivalis								6		2			4										**12**
Apus apus	14	4		1			2	168	1	75			153		2		5		18			3	**446**
Apus pallidus										12									1				**13**
Aquila chrysaetos				1				1		8			1	1	1			2				12	**27**
Aquila heliaca	4																						**4**
Ardea cinerea	1	7						15		2			3				10	4					**42**
Arenaria interpres		3																					**3**
Asio flammea								4		1													**5**
Asio otus	1							18		2			5										**26**
Athene noctua										4													**4**
Aythya ferina		3																					**3**
Aythya fuligula		1						3									1						**5**
Aythya marila																	1						**1**
Aythya nyroca															1								**1**
Botaurus stellaris								2									2			1			**5**
Branta bernicla																	1						**1**
Branta canadensis																	1						**1**
Branta leucopsis								8									1						**9**
Bubo bubo			1				1	21		18			1										**42**
Bubulcus ibis										96			1						4				**101**
Burhinus oedicnemus										14			1										**15**
Buteo buteo	15	1						743		31			115		3		28		13	5		3	**957**
Buteo lagopus								10									1						**11**
Calandrella brachydactyla										5									1				**6**
Calidris alpina								3									1						**4**
Calidris canutus										1													**1**
Caprimulgus europaeus			1							1													**2**
Caprimulgus ruficollis										1													**1**
Carduelis carduelis								4		36			2				1		1				**44**
Ardea alba								1															**1**
Cersophilus duponti										1													**1**
Certhia brachydactyla													1										**1**

Espèce	Mortalité en Europe																						Total
	A	BE	BG	CH	CR	CY	CZ	D	DK	ES	EST	FI	FR	GB	GR	LX	NL	N	PT	PL	RO	S	
Certhia familiaris								2															**2**
Charadrius alexandrinus		1																					**1**
Charadrius dubius								1															**1**
Charadrius Hiaticula										1													**1**
Charadrius morinellus								1															**1**
Chlidonias niger								1															**1**
Chloephaga picta		1																					**1**
Chloris chloris								9		3			3										**15**
Chroicocephalus ridibundus	4	330						175	1	2			68	12			101			1			**694**
Ciconia ciconia	1							93		66			1										**161**
Ciconia nigra		1						5		3			1										**10**
Circaetus gallicus										64			6		2								**72**
Circus aeruginosus	3	1						48		12			1		1		9			2			**77**
Circus cyaneus								1		1			8	6				1					**17**
Circus pygargus	1							6		26			33				1		7				**74**
Cisticola juncidis										2									2				**4**
Clamator glandarius										6													**6**
Clanga clanga x pomarina								1															**1**
Clanga pomarina								7							1					3	2		**13**
Coccothraustes coccothraustes								8							1								**9**
Corvus monedula		1						6		9							4						**20**
Columba livia										3			23				1						**27**
Columba livia f. domestica	26	19					1	88		10			42				35						**221**
Columba oenas		3						17		3							8		6				**37**
Columba palumbus	5	12						194		14			39				12			2		1	**279**
Columba spec.	30							5		9			6	1			8						**59**
Corvus corax								26		3													**29**
Corvus corone	6	1						52	2	12			16				14	10	2			1	**116**
Corvus frugilegus	9							6														1	**16**
Corvus spec.	3							11	1	1			9				2						**27**
Coturnix coturnix							1	1		26			1						3				**32**
Crex crex			1																				**1**
Cuculus canorus								3		6					1								**10**
Cyanistes caeruleus	2			1				7		3			7				1						**21**
Cyanopica cyana										1													**1**
Cygnus columbianus bewickii																	2						**2**
Cygnus cygnus								3	6									1					**10**
Cygnus cygnus / olor								7	4														**11**
Cygnus olor	1							25												5		1	**32**
Delichon urbicum	1							61		42			19		25		3		158			6	**315**
Dendrocoptes medius															1								**1**
Dendrocopos major								7					1							1			**9**
Dendrocopus spec.															1								**1**
Egretta garzetta										3			3										**6**
Elanus caeruleus													1										**1**
Emberiza calandra								39		252			20						20				**331**
Emberiza cia										14									1				**15**
Emberiza cirlus										6									2				**8**
Emberiza citrinella							1	33		6			10							2			**52**
Emberiza hortulana																			1				**1**
Emberiza schoeniclus								5		3			2										**10**
Emberiza spec.													1		1								**2**
Eremophila alpestris								1															**1**
Erithacus rubecula		1		1			1	37		79			35		2		1		3	1		4	**165**
Falco columbarius								2		1								1					**4**
Falco naumanni										62			71										**133**
Falco peregrinus	1	3						28		6			1	1			1						**41**
Falco peregrinus x rusticolus																				1			**1**
Falco subbuteo								18		7			7				1						**33**
Falco tinnunculus	28	7						148		273			160	2			14		39	2			**673**
Falco vespertinus								1															**1**
Falconiformes spec.								3		6			4		1								**14**
Ficedula hypoleuca							1	11		37			31				1		8				**89**
Fingilla spec.										1													**1**
Fringilla coelebs								17	1	24			11		2							1	**56**
Fulica atra		10						10		1							11			1			**33**
Fulmarus glacialis														1			1	1					**3**
Galerida cristata										105			1		2				1				**109**

Espèce	Mortalité en Europe																						Total
	A	BE	BG	CH	CR	CY	CZ	D	DK	ES	EST	FI	FR	GB	GR	LX	NL	N	PT	PL	RO	S	
Galerida theklae										182									5				**187**
Gallinago gallinago								2	1	1			1	1			1	11	1				**19**
Gallinula chloropus								2		8			1				5						**16**
Garrulus glandarius								9		8			2										**19**
Gavia stellata								1															**1**
Geronticos eremita										1													**1**
Glareola pratincola										1													**1**
Grus grus			1					29		2										1			**33**
Gypaetus barbatus																	1						**1**
Gyps africanus										1													**1**
Gyps fulvus			1					1		1892			43		4				12				**1953**
Gyps ruepellii										1													**1**
Haematopus ostralegus		5						4									16	3					**28**
Haliaeetus albicilla	13							241	1		1	7					3	85		11		58	**420**
Hieraaetus fasciatus						1				1													**2**
Hieraaetus pennatus										44			1		1								**46**
Hippolais polyglotta								1		10			1										**12**
Hirundapus caudatus														1									**1**
Hirundidae spec.								1					3										**4**
Hirundo daurica										1													**1**
Hirundo rustica								29		13			3				2		1			1	**49**
Ichthyaetus audouinii										1													**1**
Ichthyaetus melanocephalus		2											4										**6**
Ixobrychus minutus													1										**1**
Jynx torquilla								1		1			1						1				**4**
Lagopus lagopus														3				194				1	**198**
Lanius collurio	1							27		1			3		2					1			**35**
Lanius excubitor								2		2			1										**5**
Lanius meridionalis										4													**4**
Lanius senator										20			1										**21**
Larus argentatus		799						125	9	1			7	52			131					2	**1126**
Larus cachinnans	1		1					2		45													**49**
Larus canus	2	6						59	2								18					2	**89**
Larus fuscus		202						62		4			13	1			27						**309**
Larus marinus		22						2					2	55			3	1					**85**
Larus michahellis	1									11			6										**18**
Larus minutus																	2						**2**
Larus spec.	10	1						16	1	1			18		1		11	2				2	**63**
Limosa limosa		3															1						**4**
Linaria cannabina	3							2	1	24			9				1		10	1			**51**
Linaria flavoristris																		1					**1**
Locustella naevia				1				1		6			1										**9**
Loxia curvirostra								1		4			1										**6**
Loxia pytyopsittacus																		1					**1**
Lullula arborea								13		62			5		17				25				**122**
Luscinia megarhynchos								1		5			1										**7**
Lymnocryptes minimus													1										**1**
Lyrurus tetrix	7													2									**9**
Melanitta nigra																	1						**1**
Melanocorypha calandra										75													**75**
Mergus serrator																		1					**1**
Merops apiaster	1									9			2						1				**13**
Milvus migrans								62		71			37										**170**
Milvus milvus	1	5						695	1	34			41	5		3	1					12	**798**
Milvus spec.										2													**2**
Monticola saxatilis										2													**2**
Motacilla alba		2						11		27			5				1						**46**
Motacilla flava								7		1			4										**12**
Motacilla spec.													1										**1**
Muscicapa striata										2			3						1				**6**
Neophron percnopterus										21													**21**
Netta rufina													1										**1**
Nonpasseriformes spec.								5					1				1						**7**
Numenius arquata								4					1				8						**13**
Numenius phaeopus													2										**2**
Nycticorax nycticorax										1													**1**
Oenanthe hispanica										18													**18**
Oenanthe oenanthe								3		7			2		3			1					**16**

Espèce	Mortalité en Europe																						Total
	A	BE	BG	CH	CR	CY	CZ	D	DK	ES	EST	FI	FR	GB	GR	LX	NL	N	PT	PL	RO	S	
Oenanthe spec.										1													**1**
Oriolus oriolus								5		2													**7**
Otis tarda	1									3													**4**
Otus scops										1													**1**
Pandion haliaetus								47		10			4	1						1			**63**
Parus major							1	12		3													**16**
Parus spec.	1																						**1**
Passer domesticus	1							5		82			14				3		1				**106**
Passer hispaniolensis										2													**2**
Passer montanus	1							28					1				1						**31**
Passer spec.													10										**10**
Passeres spec.	11							25		26			53	14			4	3		3			**139**
Pelecanus onocrotalus								1															**1**
Perdix perdix	29							6					46				1			1			**83**
Periparus ater								7					4										**11**
Pernis apivorus								27		8			2							1			**38**
Petronia petronia										29													**29**
Phalacrocorax carbo								6		4			4	1			6						**21**
Phasianus colchicus	62	4					1	32		2			18				5						**124**
Phoenicurus ochrorus	1							1		11			1										**14**
Phoenicurus phoenicurus								1		5			1										**7**
Phylloscopus collybita								6		37			16										**59**
Phylloscopus ibericus										2									7				**9**
Phylloscopus inornatus										1			1										**2**
Phylloscopus sibilatrix								2		1			1										**4**
Phylloscopus spec.										5													**5**
Phylloscopus trochilus	1							8		14												1	**24**
Pica pica	6	2						5		33													**46**
Picus viridis								4		2									1				**7**
Platalea leucorodia										1													**1**
Plautus alle																		1					**1**
Plectrophenax nivalis							1													1			**2**
Pluvialis apricaria								25	1	3			3				5	7				1	**45**
Pluvialis squatarola																	1						**1**
Podiceps cristatus								1									2						**3**
Poecile montanus															1								**1**
Porzana porzana										1													**1**
Prunella modularis													1										**1**
Psittacus krameri										1													**1**
Pterocles alchata										4													**4**
Pterocles orientalis										2													**2**
Ptyonoprogne rupestris										7													**7**
Pyrrhocorax pyrrhocorax										2			1										**3**
Rallus aquaticus								3		2			2				2						**9**
Recurvirostra avosetta													2				3						**5**
Regulus ignicapilla	1	2		8			3	45		45			196						2				**302**
Regulus regulus	14	1		3				122		5			27				3			6			**181**
Regulus spec.	2			2				12					31				3					48	**98**
Riparia riparia								6		3					1		1						**11**
Rissa tridactyla		3								5				1			1	1					**11**
Saxicola rubetra	1							3		1													**5**
Saxicola torquata										14			1						2				**17**
Scolopax rusticola	1	1						10		2					1		1					1	**17**
Serinus serinus										20													**20**
Sitta europaea								3					1										**4**
Somateria molissima								1						15			1					1	**18**
Spinus spinus																			1				**1**
Sterna albifrons		15																					**15**
Sterna hirundo		162						1									5						**168**
Sterna spec.														3									**3**
Streptopelia decaoctao	4							3		2			5										**14**
Streptopelia turtur	1									33			5						1				**40**
Strigiformes spec.										2													**2**
Strix aluco								6		3													**9**
Sturnus unicolor										96													**96**
Sturnus vulgaris	9	27					2	93		8			53				26	1		3			**222**
Sula bassana														1									**1**
Sylvia atricapilla	1							9		184			6		2								**202**

Espèce	Mortalité en Europe																						Total
	A	BE	BG	CH	CR	CY	CZ	D	DK	ES	EST	FI	FR	GB	GR	LX	NL	N	PT	PL	RO	S	
Sylvia borin										11			2										**13**
Sylvia cantillans										43													**43**
Sylvia conspicillata										5													**5**
Sylvia curruca								2															**2**
Sylvia hortensis										4													**4**
Sylvia melanocephala										10					1								**11**
Sylvia spec.													1										**1**
Sylvia undata										11									7				**18**
Sylvias communis								1		1			2										**4**
Tachymarptis melba								2		23			2										**27**
Tadorna tadorna		2						2					1				7						**12**
Tetrao urogallus								1		1												12	**14**
Tetrax tetrax										1													**1**
Thalasseus sandvicensis		25															1						**26**
Tringa totanus		3															1	1				1	**6**
Troglodytes troglodytes								4		1			5		1								**11**
Turdus iliacus		7						4	1	11							2						**25**
Turdus merula	2	1						18		44			13		6		1		1			4	**90**
Turdus philomelos		12		1				27		129			28		2		3					1	**203**
Turdus pilaris	1			1				18		5			1				2	1					**29**
Turdus spec.		1							1	2			1		1		1						**7**
Turdus torquatus								1		1													**2**
Turdus viscivorus				1				10		27					1								**39**
Tyto alba								15		6			5				3			1			**30**
Upupa epops										7					1				1				**9**
Uria aalge								1									1						**2**
Vanellus vanellus		3						19					3				3						**28**
TOTAL	**377**	**1792**	**6**	**23**	**1**	**1**	**24**	**4799**	**49**	**5558**	**1**	**7**	**1876**	**180**	**100**	**3**	**706**	**346**	**442**	**83**	**2**	**181**	**16557**

<u>Légende</u> : A = Autriche ; BE = Belgique ; BG = Bulgarie ; CH = Suisse ; CR = Croatie ; CY = Chypre ; CZ = République tchèque ; D = Allemagne ; DK = Danemark ; ES = Espagne ; EST = Estonie ; FI = Finlande ; FR = France ; GB = Grande-Bretagne ; GR = Grèce ; LX = Luxembourg ; NL = Pays-Bas ; N = Norvège ; PT = Portugal, PL = Pologne ; RO = Roumanie ; S = Suède.

VII.5. Tableau 17 : Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2022).

Espèce	Mortalité en Europe																				
	A	BE	CH	CR	CZ	D	DK	ES	EST	FI	FR	GR	IT	LV	NL	N	PT	PL	RO	S	UK	Total
Pipistrellus pipistrellus	2	28	6	5	16	780		211			1124	0	1		15		323	5	6	1	46	**2569**
P. nathusii	13	6	6	17	7	1127	2				303	35	1	23	10			16	90	5	1	**1662**
Nyctalus noctula	46	1			31	1260		1			147	10					2	17	76	14	11	**1616**
Chiroptera spec.	1	11		60	1	78		320	1		447	8	1				120	3	15	30	9	**1105**
Pipistrellus spec.	8	2		102	9	103		25			316	1		2			128	2	48		12	**758**
N. leislerii			1	4	3	196		15			186	58	2				273	5	10			**753**
P. kuhlii				144				44			221	1					51		10			**471**
P. pygmaeus	4			1	2	153					176	0		1			42	1	5	18	52	**455**
P. pipistrellus / pygmaeus	1		2			3		271			40	54					38	1	2			**412**
Hypsugo savii	1			137		1		50			57	28	12				56		2			**344**
Vespertilio murinus	2	1		17	6	152					11	1		1				9	15	2		**217**
Eptesicus serotinus	1				11	71		2			38	1			2			3	1			**130**
E. isabellinus								117									3					**120**
E. serotinus / isabellinus								98									17					**115**
Tadarida teniotis				7				36			2						39					**84**
E. nilssonii	1				1	6			2	6				13		1		1	1	13		**45**
N. lasiopterus								21			10	1					9					**41**
Nyctalus spec.						2		2			3						17					**24**
Miniopterus schreibersi								2			7						4					**13**
M. daubentonii						8					1						2					**11**
Myotis spec.						2		3			1								4			**10**
Plecotus austriacus	1					8																**9**
P. auritus						7															1	**8**
Myotis myotis						2		2			3											**7**
M. blythii								6			1											**7**
M. mystacinus						3					2	1										**6**
Barbastella barbastellus						1		1			4											**6**
M. emarginatus								1			3						1					**5**
M. nattereri						2					1										1	**4**
M. dasycneme						3																**3**
M. bechsteini											2											**2**
M. brandtii						2																**2**
Rhinolophus ferrumequinum								1														**1**
R. mehelyi								1														**1**
Rhinolophus spec.								1														**1**
TOTAL	**81**	**49**	**15**	**494**	**87**	**3970**	**2**	**1231**	**3**	**6**	**3106**	**199**	**17**	**40**	**27**	**1**	**1125**	**63**	**285**	**83**	**133**	**11017**

<u>Légende</u> : A = Autriche ; BE = Belgique ; CH = Suisse ; CR = Croatie ; CZ = République tchèque ; D = Allemagne ; DK = Danemark ; ES = Espagne ; EST = Estonie ; FI = Finlande ; FR = France ; GR = Grèce ; IT = Italie ; LV = Lettonie ; NL = Pays-Bas ; N = Norvège ; PT = Portugal, PL = Pologne ; RO = Roumanie ; S = Suède ; UK = Royaume-Uni.

VII.6. Tableau 18 : Référentiel Nord-Est d'activité chiroptérologique en altitude, Sens Of Life

Espèce	Période	Nuits de contact				Toutes nuits			
		Q2	Q25	Q75	Q98	Q2	Q25	Q75	Q98
Epseticus serotinus	Migration printanière	0,81276	0,85947	0,90618	0,96224	0	0	0,01868	0,04671
	Mise bas / élevage des jeunes	0,85663	0,91837	0,98011	1,04957	0,13120	0,18522	0,24696	0,32413
	Migration automnale	0,87816	0,96224	1,04632	1,14908	0,08408	0,14947	0,21487	0,29895
Nyctalus leisleri	Migration printanière	0,34263	0,36303	0,38342	0,39974	0	0	0,00816	0,02039
	Mise bas / élevage des jeunes	0,34826	0,37424	0,40467	0,44533	0,01685	0,03261	0,05174	0,07774
	Migration automnale	0,37816	0,41368	0,45316	0,49947	0,01632	0,03671	0,06132	0,09526
Nyctalus noctula	Migration printanière	0,25987	0,26974	0,27961	0,29276	0	0,00000	0,00658	0,01645
	Mise bas / élevage des jeunes	0,29348	0,31250	0,33424	0,35870	0,03533	0,05435	0,07337	0,09783
	Migration automnale	0,31908	0,34868	0,38158	0,41776	0,03289	0,05263	0,07895	0,10855
Pipistrellus kuhlii	Migration printanière	1,63816	1,91118	2,21697	2,57737	0,02184	0,08737	0,20750	0,37132
	Mise bas / élevage des jeunes	1,11870	1,22696	1,34424	1,47957	0,18946	0,27065	0,36989	0,47815
	Migration automnale	1,13579	1,24500	1,35421	1,48526	0,13105	0,21842	0,31671	0,43684
Pipistrellus nathusii	Migration printanière	2,07500	2,36987	2,69750	3,02513	0	0,09829	0,21842	0,39316
	Mise bas / élevage des jeunes	1,17283	1,28109	1,40739	1,54272	0,20750	0,29772	0,40598	0,53228
	Migration automnale	1,14671	1,26684	1,39789	1,52895	0,14197	0,24026	0,33855	0,45868
Pipistrellus pipistrellus	Migration printanière	2,64268	3,05789	3,50566	4,00803	0,18566	0,40408	0,66618	0,98289
	Mise bas / élevage des jeunes	2,41783	2,72457	3,05837	3,41924	1,37130	1,66902	1,99380	2,36370
	Migration automnale	2,38079	2,69750	3,04697	3,41829	0,81908	1,09211	1,41974	1,78013

VII.7. Sensibilité des oiseaux à l'éolien

L'effet des parcs éoliens sur l'avifaune est très variable et dépend de plusieurs facteurs :

- La phénologie des espèces (hivernage, nidification, passage migratoire ou oiseaux sédentaires) et les modalités d'utilisation du site par les oiseaux ;
- La sensibilité des espèces aux différents effets potentiels de l'activité éolienne :
    - Effets directs (Smith & Dwyer, 2016) : la collision directe avec les pales d'éoliennes, causant la mort des individus,
    - Effets indirects (Smith & Dwyer, 2016) : les perturbations ou dérangements, qui provoquent l'évitement de ces infrastructures et se manifestent de différente façon : la perte d'habitat et l'effet « barrière ».
- Les caractéristiques du projet (nombre et positionnement des éoliennes, hauteur des mâts, orientation du parc…), de l'environnement local (Kitano & Shiraki, 2013) et des conditions météorologiques (Barrios & Rodríguez, 2004; de Lucas et al., 2008; Kerlinger et al., 2010).

Les données de la littérature scientifique internationale sur les suivis de parcs éoliens en phase d'exploitation permettent d'apprécier des sensibilités divergentes pour deux catégories d'espèces :

- Une première sensible aux perturbations engendrées par ces infrastructures, qui subissent l'effet « barrière », l'éloignement, voire de dérangement au nid, et donc au risque de perte de territoire vital. Ces espèces farouches sont en général peu sensibles au risque de collision ;
- La seconde, à l'inverse, avec des espèces sensibles aux risques de collision avec les pales, qui sont moins concernées par les effets d'évitement (Grünkorn *et al.*, 2009), de perte de territoire ou de dérangement.

Cette approche caricaturale nécessite beaucoup de précautions dans l'analyse des impacts d'un projet éolien. Les paragraphes suivants détaillent l'état actuel des connaissances sur les sensibilités de l'avifaune en fonction des espèces, et de leur statut sur site.

VII.7.1. Collision

En comparaison avec d'autres origines anthropiques (lignes électriques, routes, prédation par les animaux domestiques, chasse, pesticides…), les parcs éoliens ont un faible impact sur la mortalité directe de l'avifaune (Erickson *et al.*, 2005; Loss *et al.*, 2015). Le risque de collision avec les éoliennes est très variable et dépend :

- De la sensibilité des espèces, avec plusieurs groupes d'espèces impactées (migrateurs : Johnson *et al.*, 2003 ; déclin d'une population de *Lyrurus tetrix* : Zeiler & Grünschachner-Berger, 2009 ; les rapaces : de Lucas *et al.*, 2008 ; Hernández-Pliego *et al.*, 2015 ; les oiseaux chanteurs : Morinha *et al.*, 2014).
- De la saison (Barrios & Rodríguez, 2004) ;
- Des caractéristiques du site d'étude (de Lucas *et al.*, 2008 ; Marques *et al.*, 2014 ; Thaxter *et al.*, 2017)

Cette affirmation est confirmée au niveau national par de nombreuses publications scientifiques, comme le confirme la synthèse des suivis de mortalité réalisée par la LPO sur 12,5% des parcs éoliens en exploitation en France (Marx, 2017).

Le manque de standardisation de protocoles de suivi de mortalité et la robustesse très variable de ces suivis (Marx, 2017) empêchent d'avoir des chiffres de mortalité représentatifs par pays. En France, les données varient entre 0,74 oiseau/éolienne/an (sur les 91 parcs qui ont réalisé des suivis de mortalité entre 1997 et 2015) à 2,15 oiseaux/éolienne/an (sur les 9 parcs analysés avec des suivis plus robustes, réalisés sur 48 semaines avec 1 prospection/semaine et un rayon de 50 mètres).

Cause de mortalité en France (LPO, AMBE – 2010)	**Estimation de la mortalité annuelle**	
Ligne HT (> 63 kV)	80 à 120 oiseaux / km / an (en zone sensible) / réseau aérien de 10 000 km : estimation = 8 à 12 millions / an.	
Ligne MT (20 à 63 kV)	40 à 100 oiseaux / km / an (en zone sensible) / réseau aérien de 460 000 km : estimation = 18 à 46 millions / an.	
Autoroute	30 à 100 oiseaux / km / an / réseau terrestre de 10 000 km : estimation = 300 000 à 1 million / an.	
Cause de mortalité aux USA (Erickson *et al.* 2005)	**Estimation de la mortalité annuelle**	**Pourcentage**
Bâtiments et fenêtres	550 000 000	58,20%
Installations électriques (pylônes et câbles)	130 000 000	13,70%
Chats (prédation)	100 000 000	10,60%
Véhicules (trafic routier)	80 000 000	8,50%
Antennes et tours de communication	4 500 000	0,50%
Eoliennes	28 500	<0,01%
Avions	25 000	<0,01%
Autres causes (marées noires, pêches accidentelles, etc.)	Non calculée	Non calculé

Tableau 19 : Comparaison indicative des différentes causes de mortalité anthropique de l'avifaune en France (en haut, LPO, AMBE - 2010) et aux Etats-Unis (en bas, Erickson et al., 2005)

Le nombre de cadavres dans le monde est inconnu (Pagel *et al.*, 2013), mais ceux comptabilisés jusqu'à présent en Europe s'élèvent à 15 017 oiseaux de plus de 250 espèces différentes, dont 5 545 cas de mortalité en Espagne, 4 196 cas en Allemagne, 1 791 cas en Belgique et 1 391 cas en France (Dürr, 2021).

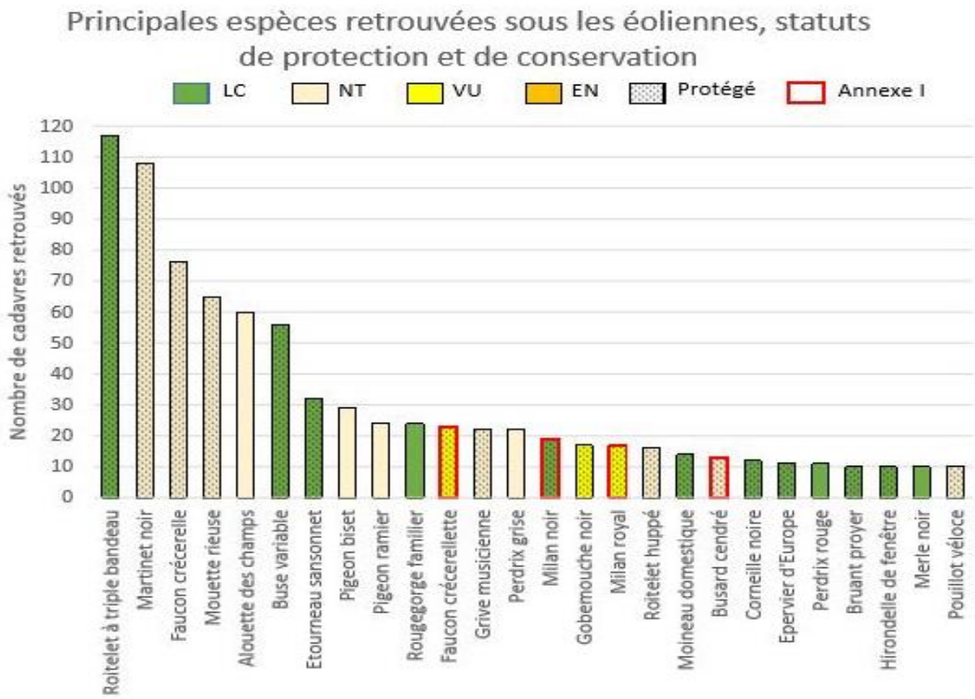
Les espèces les plus touchées en Europe (Dürr, 2021) sont :

- Le Vautour fauve (quasi exclusivement en Espagne),
- Le Goéland argenté puis la Mouette rieuse (en Belgique essentiellement),
- La Buse variable (en Allemagne principalement),
- La Mouette rieuse (en Belgique principalement),
- Le Milan royal (en Allemagne principalement),
- Le Faucon crécerelle (en Espagne et en moindre mesure en France et Allemagne),
- Le Martinet noir (surtout en France et en Allemagne),
- L'Alouette des champs (surtout en Allemagne, France et Espagne),
- Le Canard colvert (en Allemagne principalement),
- Le Pygargue à queue blanche (en Allemagne principalement),
- Le Bruant proyer (en Espagne principalement).

Même si le nombre de cadavres augmente à chaque actualisation de la synthèse des données de mortalité en Europe réalisée par Tobias Dürr, l'ordre du classement reste sensiblement le même depuis 2015, confirmant la sensibilité de ces espèces à l'impact éolien.

En France, les oiseaux les plus impactés par les éoliennes sont les Passériformes, avec 49,3% des cadavres totaux (Marx, 2017). Les espèces les plus sensibles sont les suivantes (Dürr, 2021 ; Marx, 2017) :

- Le Roitelet triple-bandeau (en migration postnuptiale essentiellement),
- Le Martinet noir (envol des jeunes et migration),
- Le Faucon crécerelle (espèce la plus touchée au niveau de la population nationale),
- L'Alouette des champs,
- La Buse variable (en migration postnuptiale essentiellement),
- La Mouette rieuse,
- L'Étourneau sansonnet…



Graphique 9 : Principales espèces retrouvées sous les éoliennes en France (Marx, 2016)

Même si le nombre de cadavres augmente à chaque actualisation de la synthèse des données de mortalité en Europe réalisée par Tobias Dürr, l'ordre du classement reste sensiblement le même depuis 2015, confirmant la sensibilité de ces espèces à l'impact éolien. La transmission des données à l'échelle européenne étant réalisée sur la base du volontariat, cette synthèse reste limitée et ne peut donc refléter la totalité des mortalités liées à l'éolien.

Pour les oiseaux migrateurs, le risque de collision peut dépendre de la hauteur de déplacement, de la phénologie migratoire des espèces (solitaire, en groupes familiaux, sociaux, etc.), mais aussi de l'importance du flux migratoire (probabilité de collision proportionnelle aux effectifs). Le rapport entre intensité de la migration et nombre de victimes de collisions, au sein de la période de migration n'est cependant pas toujours vérifié, et est plus complexe qu'on ne le pensait jusqu'à présent. Les conditions de visibilité, dépendantes de la météo, jouent certainement un grand rôle (Aschwanden *et al.*, 2018). Le risque de collision dépend donc des éoliennes, certaines étant plus impactantes que d'autres, par leur emplacement ou leur disposition (en zone de nidification d'une espèce sensible, perpendiculaire aux axes migratoires majeurs, mât treillis…) (Thaxter *et al.*, 2017 ; Marques *et al.*, 2020).

Les oiseaux sédentaires et nicheurs semblent intégrer la présence des éoliennes sur leur territoire et se tiennent en général à distance des turbines (100-300 m) (Strickland *et al.*, 2001 ; Winkelman, 1992 ; Thomas, 2000) sauf en cas de facteur attractif à proximité comme des champs labourés ou moissonnés qui augmentent les ressources alimentaires (Janss, 1998 ; Pedersen & Poulsen, 1991 ; Winkelman, 1985). Les oiseaux semblent toutefois capables de percevoir si les éoliennes sont en fonctionnement et de réagir en conséquence (Albouy *et al.*, 1997), bien que certaines espèces apparaissent moins aptes à prendre en compte la présence des éoliennes lorsque les individus sont concentrés sur une proie (cas notamment des vautours et des milans qui ne nichent pas près du parc). La sensibilité varie néanmoins d'une espèce à l'autre suivant son mode de vie et sa façon de percevoir un parc éolien dans son environnement. Les espèces les plus sensibles aux collisions sont souvent aussi celles qui sont les moins farouches. Inversement, les espèces les plus sensibles au risque d'évitement ou aux effets « barrière », sont aussi les moins sensibles au risque de collision.

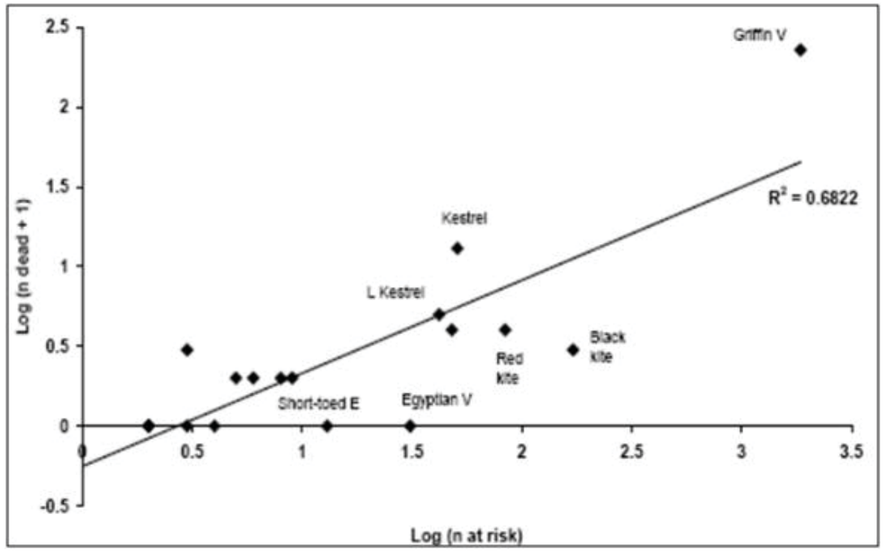
Les rapaces et les migrateurs nocturnes sont généralement considérés comme les plus exposés au risque de collision avec les éoliennes (Curry & Kerlinger, 1998 ; Hill *et al.*, 2014). Les collisions peuvent être plus fréquentes la nuit, les migrateurs étant attirés par les lumières des éoliennes, ou par mauvais temps, lorsqu'ils sont obligés de voler à faible hauteur. Cependant, l'utilisation de lumière rouge n'a pas d'impact sur le taux de collision des migrateurs nocturnes (Kerlinger *et al.*, 2010).

Figure 6 : Roitelet à triple bandeau (Sens Of Life, 2020).

Durant une journée de migration typique, l'aube et le crépuscule sont des périodes durant lesquelles les oiseaux risquent d'entrer en collision avec les structures des parcs éoliens, car leur altitude varie beaucoup (Richardson, 1998 ; Langston & Pullan, 2003).

Le degré de sensibilité générale de l'avifaune migratrice est donné ci-dessous :

- De novembre à janvier : sensibilité très faible à nulle,
- En février : sensibilité faible à moyenne,
- **De mars à avril : sensibilité moyenne**,
- En mai : sensibilité faible à moyenne,
- De juin à juillet : sensibilité faible,
- **D'août à octobre : sensibilité forte en raison des effectifs plus importants.**



Graphique 10 : Corrélation entre le nombre de rapaces avec un comportement à risque et la mortalité, pendant 3 ans sur 13 parcs éoliens au nord de l'Espagne (Lekuona & Ursua, 2006).

Une étude de corrélation (Whitfield & Madders, 2006), entre les comportements de vols à risques et la mortalité observée sur 13 parcs éoliens du nord de l'Espagne pendant 3 ans (Lekuona & Ursua, 2006) permet une appréciation comparative des sensibilités au risque de collision pour les rapaces diurnes. Le graphique suivant apporte une vision synthétique des résultats, que les suivis de mortalité ne confortent pas toujours.

Figure 7 : Eolienne avec une pale peinte en noire.

Pour pallier le risque de collision des oiseaux sur les pales d'éoliennes, une étude menée par des chercheurs du Norwegian Institute for Nature research (NINA) a été menée entre 2006 et 2016, sur un parc éolien de l'archipel de Smøla en Norvège. Sur les 68 turbines en place sur le site, 4 ont vu une de leur pale peinte en noir, et les résultats des 9500 suivis réalisés durant les 10 années ont montré que ces quatre éoliennes affichaient un taux de mortalité réduit de 70% par rapport aux autres éoliennes du parc. En effet, une pale peinte en noir permettrait à l'éolienne d'être beaucoup plus visible et plus facilement détectable par un oiseau en vol. On notera qu'il s'agit d'extrapolations à partir de peu d'oiseaux retrouvés morts et peu d'éoliennes expérimentales, et que cette étude concerne principalement les rapaces et notamment le Pygargue à queue blanche. Cette solution semble prometteuse et devrait être développée sur d'autres parcs afin d'évaluer son efficacité avec plus de précisions (May *et al.*, 2020).

La collision des oiseaux avec les pales est l'impact le plus couramment cité lorsque l'on évoque l'énergie éolienne (American Wind Wildlife Institute, 2016). Il s'agit, en effet, de l'impact le plus facile à constater ; pour autant, il n'est pas certain qu'il soit le plus préjudiciable à la bonne conservation des populations d'oiseaux. Le dérangement des espèces nicheuses en phase d'exploitation a probablement un impact plus néfaste sur les espèces les plus patrimoniales, en particulier celles à maturité lente et à faible productivité annuelle (Gaultier *et al.*, 2019).

VII.7.2. Perte d'habitat

La bibliographie révèle des effets variables sur la perte d'habitat de l'avifaune avant et après l'implantation des parcs éoliens (Schuster *et al.*, 2015). Les effets positifs découlent d'une modification d'habitat qui pourrait améliorer la qualité du milieu pour certaines espèces et les attirer (Pearce-Higgins *et al.*, 2012) ; (Shaffer & Buhl, 2016) et les négatifs, les plus communs, sont souvent liés à un dérangement provoquant un déplacement (Osborn *et al.*, 1998 ; Leddy *et al.*, 1999 ; Smith & Dwyer, 2016).

Il s'agit principalement de destruction ou d'altération d'habitats naturels ou d'habitats d'espèces, et de destruction de stations végétales. Ils ne se distinguent pas sensiblement des effets des autres types d'aménagements et d'infrastructures mais il faut toutefois prêter une attention particulière au fait que les parcs sont installés sans connexion avec le tissu urbanisé ou industrialisé, dans les milieux agricoles ou naturels et que de ce fait les perturbations sur les milieux ou sur les espèces peuvent être plus importants que d'autres types d'aménagements et d'infrastructures qui s'implantent dans des zones où l'état de la biodiversité peut être davantage dégradé (Perret, 2017).

Les oiseaux friands d'espaces ouverts évitent les structures verticales telles que les éoliennes. A proximité de celles-ci, ils se sentent souvent dérangés. Ces situations de stress chez les hôtes hivernants ou les migrateurs en escale peuvent générer un affaiblissement physique, qui réduit leurs chances de survie. Les oiseaux nicheurs n'ont en général qu'un taux de reproduction médiocre en cas de stress, ce qui peut avoir pour effet une diminution, voire une disparition, des populations locales (Vogelwarte, 2016). Les éoliennes peuvent être assimilées par certains oiseaux comme reposoirs de rapaces (Kreuziger, 2008). D'autres espèces sont dérangées par le bruit des machines ou des travaux de construction (Larsen & Madsen, 2000 ; Garvin *et al.*, 2011 ; Johnston *et al.*, 2014).

La corrélation positive entre la hauteur des éoliennes et la distance d'évitement est moins importante pour les oiseaux nicheurs (Hötker *et al.*, 2006). En effet, plusieurs études soulignent la capacité d'adaptation des espèces à la présence des éoliennes (Percival, 1998 ; Guyonne & Clave, 2000 ; Kingsley & Whittam, 2001 ; James & Coady, 2004), avec une diminution progressive de la distance d'éloignement.

L'incidence critique de nombreuses activités humaines (dont un projet éolien fait partie) sur les oiseaux en période de nidification ou de migration est le risque de modifications comportementales à un moment particulièrement vulnérable du cycle biologique des oiseaux (vulnérabilité des couvées et des jeunes, forte activité des parents qui peut se traduire par l'abandon de la phase de nidification, voire de l'habitat, abandon des zones de halte migratoire) (Schuster *et al.*, 2015 ; Smith & Dwyer, 2016).

Le risque de modification comportementale pourra avoir un caractère soit temporaire, lié aux dérangements occasionnés par les travaux d'installation des éoliennes, soit permanent, directement lié au fonctionnement des éoliennes. Les aménagements associés à la construction des parcs comme la création de routes d'accès peuvent également générer une perte d'habitat (Larsen & Madsen, 2000).

Avant la ponte, ces modifications de comportement peuvent varier d'une modification de la répartition du site entre les individus (incidence patrimoniale faible) à un abandon du nid, voire du site (incidence patrimoniale forte). Pour certaines espèces reconnues comme très sensibles ou remarquables à l'échelle européenne, nationale ou régionale, l'abandon d'un territoire nuptial peut porter directement atteinte à la dynamique des populations, et indirectement à la pérennité de l'espèce (Smith & Dwyer, 2016). A cet égard, les rapaces sont particulièrement sensibles au début de la période de nidification (Gensbol, 2004).

Mais c'est plutôt après la ponte que la vulnérabilité de l'espèce est la plus marquée (activité fortement consommatrice d'énergie pour les parents et fragilité des œufs et des jeunes). Si les travaux d'implantation des éoliennes interviennent alors que la nidification est commencée, le risque le plus important est l'abandon des œufs ou des jeunes par les parents. Les chances d'un remplacement de la nichée abandonnée sont alors très réduites, d'autant plus que la nichée initiale était avancée (stress et fatigue des parents, intensification progressive des contraintes climatiques, diminution des ressources trophiques).

En ce qui concerne la phase d'exploitation des éoliennes, son impact résultera du rapport entre les implantations précises des machines et l'occupation du site par les oiseaux en comportement nuptial (défense du territoire nuptial, parade nuptiale, recherche de matériaux pour la construction des nids, recherche de nourriture…). Des modifications de comportements peuvent également avoir lieu. Là encore, pour les espèces les plus sensibles, une simple modification de comportement après la ponte, voire un abandon des jeunes, peut porter directement atteinte à la dynamique des populations de l'espèce en question et indirectement à sa pérennité.

Figure 8 : Aigle royal (CC0 domaine public).

Le suivi par GPS d'un couple d'aigle royal a permis d'étudier leur comportement suite à l'implantation de plusieurs parcs éoliens sur leur domaine et a permis de conclure que : bien qu'il soit difficile de généraliser à partir du suivi d'un seul couple, cet exemple montre que l'installation de trois parcs éoliens sur un territoire d'aigle a un impact significatif sur l'organisation de ses déplacements et sur le choix de ses zones de chasses. Globalement, la construction de parcs éoliens génère une perte d'habitats pour les aigles et perturbe leurs déplacements d'une zone à l'autre (Itty & Duriez, 2017). Il serait intéressant d'étudier si la mise en place de mesures de compensation comme les placettes d'alimentation ou les garennes à lapin à l'extérieur des zones d'implantation des parcs n'ont pas également eu un impact sur la modification de l'aire vitale de l'Aigle royal. Une étude similaire avait été menée par la LPO Aude de 1998 à 2007 et avait également abouti aux mêmes conclusions de pertes d'habitat pour l'Aigle royal, dans une autre région de France (Riols-Loyrette, 2015). Cette perte d'habitat fonctionnel a également été constatée pour des Milans noirs suite à l'implantation d'éoliennes au Portugal (Marques *et al.*, 2020)

L'éloignement des zones de reproduction est donc recommandé pour les espèces les plus sensibles et qui revêtent un caractère patrimonial marqué. L'intérêt de cette mesure consiste à éviter de créer des situations à risque au sein des zones les plus fréquentées entre zones de reproduction et zones d'alimentation à une période cruciale du cycle biologique des oiseaux, mais aussi parfois pour des raisons de risques directs de dérangement au nid (en période de travaux et en phase d'exploitation).

La littérature existante sur les autres impacts des parcs éoliens souligne les effets indirects sur le succès reproducteur, la survie des individus ou encore les interférences dans la communication entre individus à cause du bruit des machines (Smith & Dwyer, 2016).

VII.7.3. Effet barrière

L'effet barrière correspond à la modification du comportement de vol des oiseaux pour éviter un obstacle, et se matérialise par différentes réactions : déviation de la trajectoire dans l'axe horizontal (ADEME, 1999 ; Curry & Kerlinger, 1998 ; Dirksen *et al.*, 2000 ; Percival, 2001 ; Winkelman, 1985), dans l'axe vertical ou bien franchissement entre les obstacles.

Le taux de réaction est proportionnellement plus important pour les éoliennes érigées de façon perpendiculaire à l'axe migratoire (Johnson *et al.*, 2003) car elles constituent un barrage que les oiseaux doivent franchir. La position des parcs par rapport aux axes migratoires (perpendiculaire ou parallèle par exemple) est donc un facteur important (Albouy *et al.*, 2001 ; Larsen & Madsen, 2000). Les caractéristiques météorologiques (plafond nuageux bas, nappes de brouillards persistants, vent de face) peuvent conduire à des situations plus risquées.

L'impact dépend des espèces concernées, de la hauteur du vol, de la distance aux éoliennes, de l'heure de la journée, de la force et de la direction du vent, et ces réactions nécessitent une dépense d'énergie supplémentaire qui vient s'ajouter aux multiples efforts et risques rencontrés lors des voyages migratoires.

Des évitements fréquents ont été observés chez les canards et les oies (Larsen & Madsen, 2000 ; Loesch *et al.*, 2013), un peu moins chez les échassiers et les grives, dont certaines migrent la nuit, et les corvidés (Dooling & Lohr, 2000 ; Winkelman, 1985).

Il faut considérer les risques de collision et d'effarouchement comme les deux faces d'une même pièce. Les oiseaux qui ne montrent pas de réaction d'évitement par rapport aux éoliennes seront souvent plus sujets aux collisions que ceux qui sont effarouchés. Les grues cendrées, par exemple, peuvent être considérées comme sensibles à l'effarouchement dans le sens où elles ont tendance à contourner les parcs (le plus souvent bien en amont et sans montrer de réaction vive). De fait, aucun cadavre de Grue cendrée n'a, à ce jour, été répertorié en France et seuls 27 cadavres ont été recensés en Europe (Dürr, 2020 ; Marx, 2017). Cependant, cette faible mortalité constatée résulte en partie du faible nombre d'éoliennes implantées jusqu'ici sur le couloir de migration ou à proximité des sites d'hivernage des grues cendrées et du faible nombre de rapports de suivis de mortalité disponibles. Le coût engendré par le contournement des parcs éoliens reste un domaine de recherche à explorer (Gaultier *et al.*, 2019). Les cygnes en migration semblent également sensibles à l'effet barrière puisqu'ils contournent les sites d'implantation (Moriguchi *et al.*, 2019). Le nombre de collisions est supérieur aux extrémités des alignements d'éoliennes (Anderson *et al.*, 2001 ; Cade, 1994 ; Thelander & Rugge, 2000). Les distances de réaction varient de 300 à 500 mètres des éoliennes pour la majorité des migrateurs diurnes (contre 20 mètres pour les migrateurs nocturnes) (Albouy *et al.*, 1997 ; Winkelman, 1994). Des effets indirects cumulatifs peuvent être envisagés lorsqu'une modification de la trajectoire initiale implique de nouveaux obstacles (lignes électriques à haute tension par exemple).

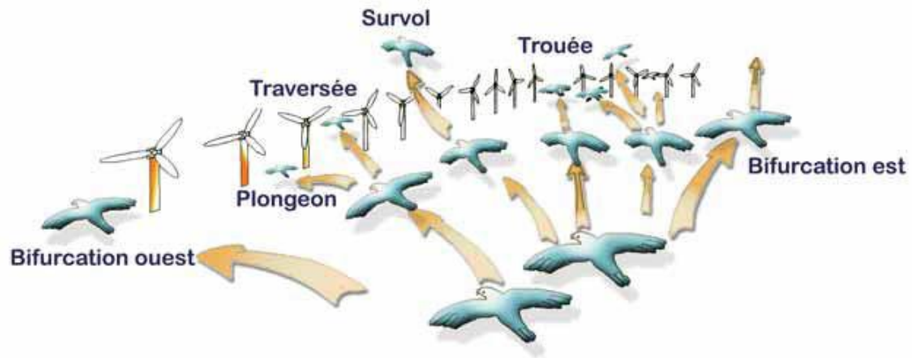


Figure 9 : Stratégie de franchissement d'un parc éolien sur le littoral audois (source : LPO Aude, 2001)

L'impact doit être évalué à la fois au cours des migrations prénuptiales et postnuptiales puisqu'une même espèce n'utilise pas forcément le même axe migratoire au printemps et à l'automne. Néanmoins, le risque peut apparaître plus important pour les migrations postnuptiales, puisqu'il s'agit des premiers mouvements migratoires pour les jeunes de l'année, plus fragiles et plus exposés aux dangers divers de la migration. Le flux migratoire postnuptial est également numériquement plus important. Il semblerait que les vols postnuptiaux s'effectuent généralement à plus faible hauteur qu'en période prénuptiale (tendance mise en évidence par le biais de suivis radar, selon Greet Ingénierie, 2006).

VII.8. Sensibilité des chiroptères à l'éolien

VII.8.1. Généralités

Les premiers cas de mortalité de chiroptères provoqués par des éoliennes ont été décrits au début des années 70 (Hall & Richards, 1972). Cependant, il a fallu attendre le milieu des années 1990 pour voir apparaître les premières études consacrées à l'impact des parcs éoliens sur les chauves-souris. Elles ont été menées aux Etats-Unis, principalement dans le Minnesota, l'Oregon et le Wyoming (Johnson *et al.*, 2003; Osborn *et al.*, 1996 ; Puzen, 2002).

En Europe, des études sur le sujet ont vu le jour à la suite des protocoles de suivi sur la mortalité des oiseaux, qui ont révélé des cas de collision avec les chauves-souris. Ces études se sont déroulées principalement en Allemagne (travaux de Bach, 2001 ; Bach *et al.*, 1999 ; Brinkmann *et al.*, 2006 ; Dürr, 2002) et en Espagne (Alcalde, 2003 ; Lekuona, 2001). L'étude de cette problématique a été plus tardive en France (Beucher *et al.*, 2011 ; Cornut & Vincent, 2010 ; Dulac, 2008 ; Lagrange *et al.*, 2009 ; Rico *et al.*, 2012 ; Rico & Lagrange, 2011 ; Allouche *et al.*, 2010). Depuis, ces suivis de mortalité se sont répandus en Europe. Dans sa dernière publication « Guidelines for consideration of bats in wind farm projects, Revision 2014 » et ses annexes, le groupe de travail EUROBATS propose une compilation aussi exhaustive que possible de ces travaux à travers l'Europe.

La compilation chiffrée des données disponibles est régulièrement mise à jour, au niveau européen, par T. Dürr. Certaines études montrent une mortalité plus importante sur les chiroptères que sur les oiseaux (Smallwood, 2013) : aux Etats-Unis, la mortalité annuelle évaluée sous les éoliennes serait de 888 000 chauves-souris pour 573 000 oiseaux. Cette sensibilité particulière des chiroptères à l'éolien pourrait être due à plusieurs phénomènes :

- Une possible attraction des chauves-souris par les éoliennes, notamment par les insectes concentrés autour des parties chaudes des éoliennes (Bennett *et al.*, 2017 ; Foo *et al.*, 2017). Les pics d'activité des chiroptères sont liés à l'essaimage des insectes : un pic à la fin du printemps - début été (coïncide avec la période de mise bas des chiroptères) et un autre fin été - début automne (migration, émancipation des jeunes chiroptères) (Beucher *et al.*, 2017) ;
- Elles pourraient rechercher des gîtes dans les éoliennes en les confondant avec des grands arbres (Bennett & Hale, 2014 ; Cryan, 2008 ; Gaultier *et al.*, 2020 ; Kunz *et al.*, 2007), ou encore en voulant s'en servir comme sites de reproduction (Cryan, 2008 ; Gaultier *et al.*, 2020) ou simplement explorer les éoliennes par curiosité (Cryan & Barclay, 2009) ;
- Un problème de détection des pales en mouvement : les extrémités de pale se déplacent à des vitesses linéaires importantes (plus de 250 km.h^{-1}), tout en présentant une faible surface réfléchissante pour les ultrasons utilisés par le système d'écholocation des chiroptères. Cette contrainte est augmentée par la génération d'un effet Doppler important : sur une cible arrivant à 250 km.h^{-1}, l'écho revient vers l'animal avec un décalage en fréquence de 20 kHz. Il entraine obligatoirement une erreur de mesure (la chauve-souris perçoit la cible plus éloignée qu'elle ne l'est en réalité). Le signal pourrait aussi simplement être ininterprétable ou inaudible pour l'animal qui n'a que quelques fractions de seconde pour réagir.

Le phénomène de barotraumatisme (Figure 10) décrit par Baerwald *et al.* (2008) et Seiche (2007), puis par Baerwald & Barclay (2009) résulterait du passage de la pale à proximité de la chauve-souris. L'animal pourrait donc être impacté dans certaines conditions même s'il a évité la pale. En effet, à proximité immédiate de l'extrados des pales en mouvement, les chauves-souris traversent une zone de dépression brutale. Cette variation de pression entraine la rupture des vaisseaux capillaires (pulmonaires essentiellement) et provoque une hémorragie létale sans qu'il n'y ait eu de contact avec la pale. Ce phénomène explique que la plupart des cadavres récupérés et examinés ne présentent aucune lésion externe. Horn *et al.* (2008) montrent que les risques sont plus importants lorsque la vitesse de rotation des pales n'est pas très élevée, ce qui se produit par vent faible. La mort par barotraumatisme n'étant pas directe, il est possible que l'individu soit encore capable de voler quelques temps après le traumatisme et donc que le cadavre ne soit pas retrouvé sous l'éolienne (Gaultier *et al.*, 2020).

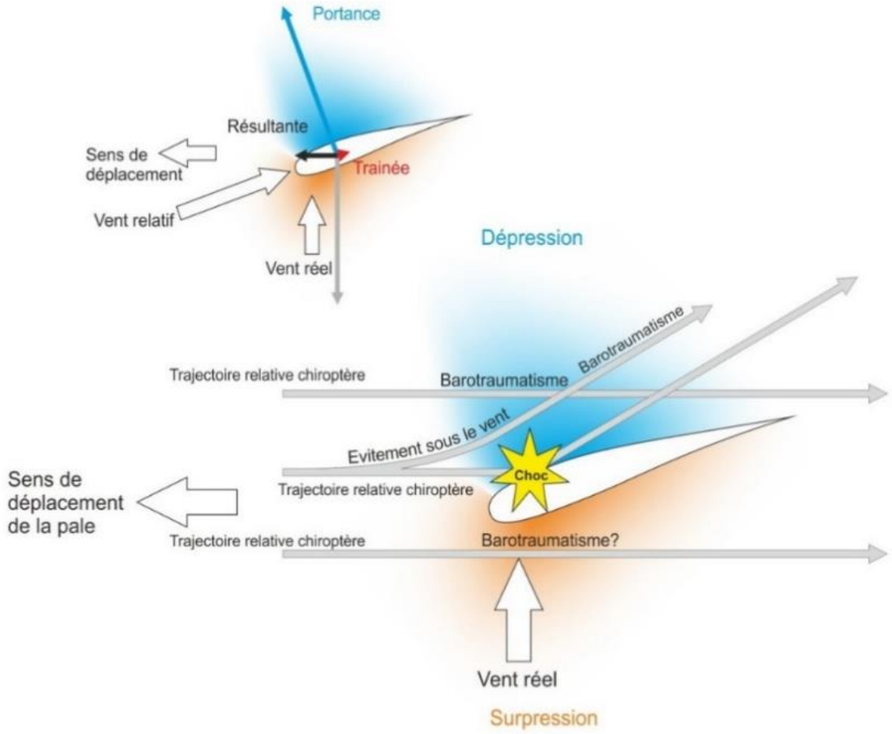


Figure 10 : Description du phénomène de barotraumatisme.

La sensibilité des chiroptères vis-à-vis des éoliennes est variable en fonction de :

- L'écologie des espèces concernées, avec une sensibilité plus importante pour des espèces dites de haut-vol (> 40 m) appartenant principalement aux groupes des Sérotules (*Eptesicus-Nyctalus*) et des Pipistrelles (Heitz & Jung, 2016) ; en Europe, les espèces les plus touchées seraient la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) et la Noctule commune (*Nyctalus noctula*) (Gaultier *et al.*, 2020). Au contraire, les Rhinolophes et le genre *Myotis* chassent plutôt près du sol ou directement dans la végétation ce qui réduit les risques de collision (Gaultier *et al.*, 2020 ; Rydell *et al.*, 2010a) ;
- Du sexe, par exemple, les femelles de Noctule commune auraient un territoire de chasse plus grand et exploreraient plus de nouveaux territoires que les mâles, elle n'hésiteraient donc pas à chasser à proximité des éoliennes (Roeleke *et al.*, 2016) ;
- Du milieu d'implantation des éoliennes avec des mortalités plus importantes en milieu forestier, sur des crêtes, le long de grands cours d'eau ou des zones littorales, moins importantes en milieu agricoles diversifiées et minimales sur des plaines agricoles (Rydell *et al.*, 2010b) ;
- De la saison, avec des pics de mortalité en fin d'été et début de l'automne, période de dispersion des jeunes et de migration (Heitz & Jung, 2016 ; Marx, 2017) ;
- De l'heure, avec une période d'activité maximale en début de nuit (Haquart, 2013) ;
- Des conditions climatiques, avec une sensibilité maximale les nuits sans précipitations, faible vent souvent au-dessous de 6,5 m.s^{-1} et avec hautes températures (Beucher, 2020 ; Joiris, 2012). Pour les espèces de

lisières comme les Pipistrelles, les pics d'activité ont lieu pour des vitesses de vent d'environ 2 m.s^{-1} et des températures comprises entre 10 et 15°C (Beucher *et al.*, 2017). Les espèces comme les Noctules présentent un pic d'activité vers 5 m.s^{-1} (Beucher *et al.*, 2017). Nous avons étudié la différence entre activité et mortalité des chiroptères grâce à des caméras thermiques (Rico & Lagrange, 2015) : la forte activité a lieu pour des vitesses de vent faibles, lorsque l'éolienne ne tourne pas, il n'y a donc pas de mortalité, mais lorsque le vent atteint 5 à 6 m.s^{-1}, l'éolienne commence à tourner alors qu'il y a encore de l'activité chiroptérologique, ce qui induit donc des cas de mortalité ;

- Des caractéristiques des éoliennes (hauteur du mât, diamètre du rotor, longueur des pales, vitesse de rotation), avec une sensibilité maximale pour les éoliennes de moins de 30 mètres de garde au sol et un grand diamètre de rotor qui implique une plus grande surface balayée (Heitz & Jung, 2016). Plus les éoliennes sont larges et hautes, plus le risque de mortalité sera élevé (Gaultier *et al.*, 2020 ; Rydell *et al.*, 2010a). La distance entre chaque éolienne va également jouer un rôle : des turbines plus proches les unes des autres peuvent réduire l'effet d'évitement du parc éolien et l'emprise du parc dans l'environnement (Barré, 2018), mais diminuent également la possibilité de déplacement entre chaque éolienne.

VII.8.2. Mortalité directe

La mortalité directe, qu'elle soit produite par barotraumatisme ou collision, génère une mortalité qui est de mieux en mieux documentée. Il apparaît que toutes les espèces ne sont pas impactées de la même manière par ce phénomène. Le comportement et l'écologie des animaux influenceraient fortement leur sensibilité à l'éolien. Ainsi, les chauves-souris chassant en plein ciel (espèces de haut vol) ou réalisant des migrations, seraient beaucoup plus impactées que les espèces sédentaires glanant leur nourriture au sol ou dans la canopée (Roemer *et al.*, 2017). En Europe, le Tableau 17 compilé par Tobias Dürr permet de constater le nombre de cas de mortalité, relevé par espèce et par pays. En croisant ces données avec la sensibilité des espèces, il est possible de définir la vulnérabilité de chaque espèce à l'éolien (Tableau 20).

Vulnérabilité élevée	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible
Noctules spp.	Sérotines spp.	Murins spp.
Pipistrelles spp.	Barbastelle d'Europe	Oreillards spp.
Vespertilion bicolore		Rhinolophes spp.
Vespère de Savi		
Minioptère de Schreibers		
Molosse de Cestoni		

Tableau 20 : Vulnérabilité à l'éolien par espèce (Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016)

VII.8.3. Mortalité indirecte

La mortalité directe n'est pas le seul facteur affectant les chauves-souris, celles-ci peuvent également être victime de perte d'habitat ou du dérangement résultant de l'implantation et du fonctionnement d'un parc éolien. Les effets indirects de l'aménagement et du fonctionnement des parcs éoliens peuvent induire un impact supplémentaire sur les populations de chauves-souris (individus, habitats et proies), qu'elles soient résidentes ou migratrices.

Ces perturbations peuvent être de plusieurs natures :

- Dérangement ou barrière sur les voies de migration et les voies de transit locales,
- Dégradations, dérangement ou destruction des habitats de chasse,
- Dégradations, dérangement ou destruction des gîtes (plus probable pour des éoliennes en milieu forestier ou près de bâtiments),
- Désorientation des chauves-souris en vol par les ultrasons émis par les éoliennes.

L'activité des chiroptères serait plus faible au niveau des parcelles où une éolienne y était implantée qu'au niveau des sites témoins (Millon *et al.*, 2015, 2018). Cette observation rejoint les observations faites sur l'activité des chauves-souris en France qui ont montré qu'après installation d'un parc éolien, l'activité des chauves-souris (toutes espèces confondues) est décroissante le long des haies dans un rayon de 1 km autour des éoliennes (Barré, 2018). Les Pipistrelles communes (*Pipistrellus pipistrellus*) et les Pipistrelles pygmées (*Pipistrellus pygmaeus*) présenteraient une activité plus faible à moins de 100 mètres des éoliennes (Minderman *et al.*, 2017).

Les espèces du genre *Myotis* utilisent beaucoup les milieux forestiers pour se déplacer et chercher de la nourriture, elles sont donc les plus impactés par l'effet barrière que représente un parc éolien, contrairement aux espèces qui utilisent les milieux ouverts pour se déplacer comme la Pipistrelle de Nathusius (Gaultier *et al.*, 2020).