

Suivi postimplantation

Parc éolien de Dampierre (Cher)



Suivi d'activité chiroptérologique et suivi de mortalité

Janvier 2022



I. INTRODUCTION

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

La société VALOREM a confié au cabinet d'études CALIDRIS la réalisation d'un suivi de mortalité et du suivi d'activité des chiroptères sur le parc éolien de Dampierre, situé sur la commune de Dampierre-en-Graçay (département du Cher, région Centre-Val de Loire).

Le présent document a pour objectif de présenter les résultats de la première année de ce suivi postimplantation (suivi de mortalité et suivi d'activité des chiroptères) sur le parc éolien de Dampierre-en-Graçay.

Les prospections ont été réalisées de mai à octobre 2021.

Table des matières

I. INTRODUCTION.....	2
II. CONTEXTE	5
III. LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PARC EOLIEN	6
IV. MATERIEL ET METHODES	8
IV.1. Equipe de travail	8
IV.2. Suivi de mortalité.....	8
IV.2.1. Date de suivi	8
IV.2.2. Protocole.....	9
IV.2.3. Recueil des données.....	10
IV.2.4. Test de persistance	10
IV.2.5. Taux de détectabilité.....	11
IV.2.6. Correcteur surfacique	11
IV.2.7. Taux de mortalité	12
IV.3. Suivi d'activité chiroptérologique	14
IV.3.1. Dates de suivi	14
IV.3.2. Matériel.....	14
V. ANALYSE DES RESULTATS	16
V.1. Suivi de mortalité	16
V.1.1. Test de détection.....	16
V.1.2. Test de persistance	16
V.1.3. Correcteur surfacique	17
V.1.4. Mortalité brute	18
V.1.5. Estimation de la mortalité	21
V.2. Biais pris en compte dans l'étude.....	22
V.2.1. Taux de persistance	22
V.2.2. La détection de l'observateur.....	23
V.2.3. Le correcteur surfacique	23
V.3. Sensibilité des espèces contactées lors du suivi de mortalité	23
V.4. Mise en perspective des résultats.....	24
V.4.1. Oiseaux.....	24
V.4.2. Chauves-souris.....	25
V.5. Suivi d'activité chiroptérologique en nacelle.....	26
V.5.1. Phénologie de l'activité	26
V.5.2. Activité horaire	27
V.5.3. Corrélation de l'activité avec les vitesses de vent et les températures	29
VI. CONCLUSION.....	32
VI.1. Suivi de mortalité.....	32
VI.2. Activité chiroptérologique.....	32
VI.3. Recommandations pour le bridage.....	Erreur ! Signet non défini.
VII. BIBLIOGRAPHIE	34
Annexe 1 : fiche de suivi de mortalité pour l'avifaune (MTES, 2015)	36
Annexe 2 : fiche de suivi de mortalité pour les chiroptères (MTES, 2015)	37

Annexe 3 : exemple de cadavres découverts lors des prospections.....	38
--	----

Liste des illustrations

Figure 1 : visualisation des transects de recherche des cadavres	9
Figure 2 : exemple d'installation d'un BATmode en nacelle	15
figure 3 : persistance des cadavres sur le site en fonction du temps en juillet et en septembre	16
figure 4 : nombre de cadavres recensés par semaine	19
figure 5 : nombre de cadavres par éolienne	19
figure 6 : évolution de l'activité par mois en altitude.....	27
figure 7 : activité horaire des chiroptères en altitude	28
figure 8 : activité horaire, toutes saisons confondues, pour les quatre espèces les plus abondantes en hauteur.....	28
figure 9 : évolution de l'activité en fonction de la vitesse de vent.....	30
figure 10 : évolution de l'activité en fonction de la température	31

Liste des tableaux

tableau 1 : caractéristiques du parc de Dampierre	7
tableau 2 : équipe de travail.....	8
tableau 3 : dates des suivis de mortalité réalisés sur le parc éolien de Dampierre.....	8
tableau 4 : taux de persistance des cadavres en juillet et septembre.....	17
tableau 5 : surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	18
tableau 6 : cadavres relevés sur le parc éolien de Dampierre.....	18
tableau 7 : statuts des espèces d'oiseaux retrouvées mortes lors du suivi de mortalité.....	20
tableau 8 : estimation de la mortalité sur l'ensemble du parc pour les oiseaux.....	21
tableau 9 : estimation de la mortalité sur l'ensemble du parc pour les chiroptères	21
tableau 10 : estimation de la mortalité par éolienne	22
tableau 11 : nombre de contacts par espèce enregistrés en altitude	26
tableau 12 : nombre de contacts par mois et par vitesse de vent	29
tableau 13 : nombre de contacts par mois et par température	30

Liste des cartes

carte 1 localisation du parc éolien de Dampierre.....	6
carte 2 : périmètre des surfaces à prospecter autour des éoliennes	7
carte 3 : occupation du sol de la surface à prospecter autour des éoliennes.....	17
carte 4 : localisation des cadavres recensés sur le parc de Dampierre	20



II. CONTEXTE

Comme le prévoit l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 (arrêté relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement), il convient de mettre en place un suivi de mortalité sur le parc éolien de Dampierre.

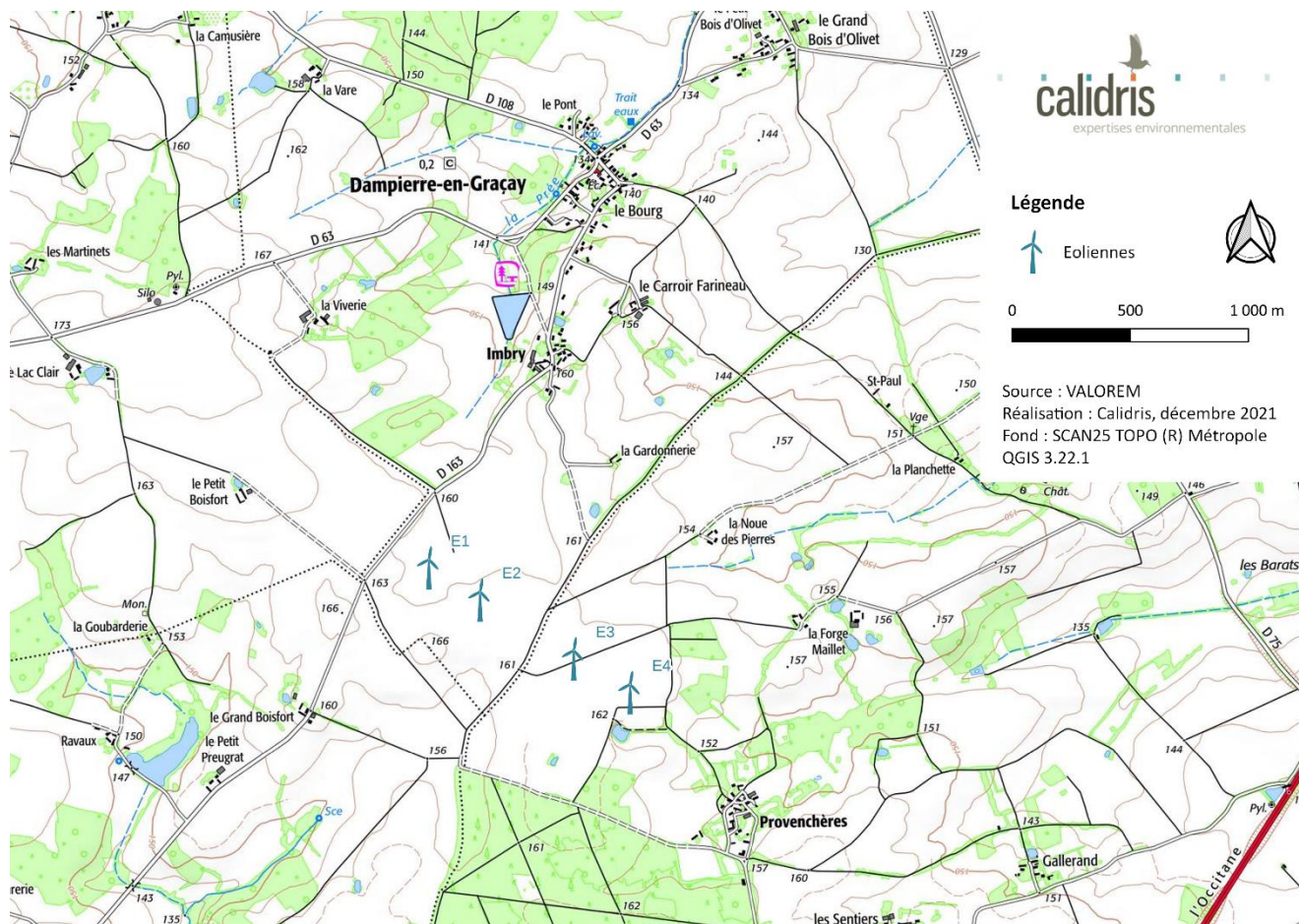
Il est dit dans l'article 9 : « Ce suivi doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. Ce suivi est renouvelé dans les 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 est conforme au protocole reconnu par le ministre de la transition écologique et solidaire dans la décision du 8 avril 2018 : *le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens révisé en 2018* (MTES, 2018). S'étalant de la mi-mai à fin octobre, les prospections couvrent à la fois le transit printanier des chiroptères, l'élevage des jeunes et le transit automnal durant lequel les individus sont particulièrement exposés aux risques de collision. Durant cette même période, l'impact sur l'avifaune en migrations prénuptiale et postnuptiale est également évalué.

Le document présent rapporte les résultats obtenus lors des prospections effectuées en 2021.

III. LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PARC EOLIEN

Le parc éolien de Dampierre est constitué de quatre éoliennes. Elles se situent à une dizaine de kilomètres de Vierzon à l'ouest du département du Cher (région Centre-Val de Loire). Les quatre éoliennes sont localisées sur la commune de Dampierre-en-Graçay alignées selon un axe nord-ouest / sud-est (carte 1).



carte 1 localisation du parc éolien de Dampierre

Le parc éolien est implanté au sein d'un paysage de plaine agricole intensive avec un maillage bocager dégradé. Ce paysage très ouvert est complété par quelques boisements et un point d'eau. Ainsi, les surfaces à prospector sont majoritairement constituées de grandes parcelles cultivées (carte 2).



carte 2 : périmètre des surfaces à prospector autour des éoliennes

Les quatre aérogénérateurs sont de type NORDEX N117/2400 et développent chacun une puissance de 2400 kW. Par conséquent le parc développe une puissance nominale totale de 9 600 kW (tableau 1).

tableau 1 : caractéristiques du parc de Dampierre

Modèle	NORDEX N117/2400
Hauteur de la nacelle	91 m
Diamètre du rotor	116,8 m
Longueur d'une pale	57,3 m
Garde au sol	32,6 m
Surface balayée	3 339 m ²
Puissance nominale totale	9 600 kW

IV. MATERIEL ET METHODES

IV.1. Equipe de travail

tableau 2 : équipe de travail

Domaine d'intervention	Nom
Suivi de mortalité	NATALIA KAPLITA – Chargée d'études – Bureau d'études Calidris
Suivi d'activité chiroptérologique	Camille ROSTAN – Chargée d'études chiroptérologue – Bureau d'études Calidris

IV.2. Suivi de mortalité

IV.2.1. Date de suivi

Le suivi a été réalisé à l'occasion de 34 passages durant 24 semaines entre mai et octobre 2021 (semaines 20 à 43), période qui correspond à la fois à la période de nidification des oiseaux au printemps et à la migration prénuptiale des oiseaux ainsi qu'au transit automnal des chiroptères et à la migration postnuptiale de l'avifaune. Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des passages effectués par l'observateur sur le parc éolien de Dampierre.

tableau 3 : dates des suivis de mortalité réalisés sur le parc éolien de Dampierre

Date	Fonction	Date	Fonction
19/05/2021	Suivi mortalité	18/08/2021	Suivi mortalité
26/05/2021	Suivi mortalité	20/08/2021	Suivi mortalité
31/05/2021	Suivi mortalité et test de détectabilité	23/08/2021	Suivi mortalité
03/06/2021	Suivi mortalité	24/08/2021	Suivi mortalité
10/06/2021	Suivi mortalité	01/09/2021	Suivi mortalité
16/06/2021	Suivi mortalité	03/09/2021	Suivi mortalité
24/06/2021	Suivi mortalité	08/09/2021	Suivi mortalité
30/06/2021	Suivi mortalité et test de persistance	09/09/2021	Suivi mortalité

Date	Fonction	Date	Fonction
01/07/2021	Suivi mortalité et test de persistance	15/09/2021	Suivi mortalité et test de détectabilité
08/07/2021	Suivi mortalité et test de persistance	17/09/2021	Suivi mortalité
15/07/2021	Suivi mortalité	22/09/2021	Suivi mortalité et test de persistance
19/07/2021	Suivi mortalité	24/09/2021	Suivi mortalité et test de persistance
27/07/2021	Suivi mortalité	28/09/2021	Suivi mortalité et test de persistance
29/07/2021	Suivi mortalité	30/09/2021	Suivi mortalité
03/08/2021	Suivi mortalité	07/10/2021	Suivi mortalité
06/08/2021	Suivi mortalité	14/10/2021	Suivi mortalité
09/08/2021	Suivi mortalité	20/10/2021	Suivi mortalité
11/08/2021	Suivi mortalité	25/10/2021	Suivi mortalité

IV.2.2. Protocole

Le suivi de mortalité consiste à prospecter au sol les surfaces situées sous les aérogénérateurs en vue de la découverte et de l'identification d'éventuels cadavres ;

Surface à prospecter : Les prospections ont été réalisées selon un carré de 100 mètres de côté ayant pour centre l'éolienne concernée. La *surface théoriquement prospectable* mesurait donc un hectare pour chaque éolienne, soit neuf ha pour l'ensemble du parc. L'orientation du carré et la direction des transects ont été choisies sur le terrain lors de la première visite, en fonction de la présence d'éléments repères dans le paysage, notamment la bordure des plateformes, les routes et le sens des sillons agricoles.

Mode de recherche : Afin de faciliter les prospections, la zone à prospecter et les axes de transect ont été matérialisés au sol par des piquets repères disposés de part et d'autre de chaque transect tous les 10 mètres sur une longueur de 100 mètres. La prospection a été réalisée à vitesse constante de part et d'autre des lignes ainsi matérialisées. L'observateur a ainsi prospecté une zone s'étendant de cinq mètres de part et d'autre de son parcours.

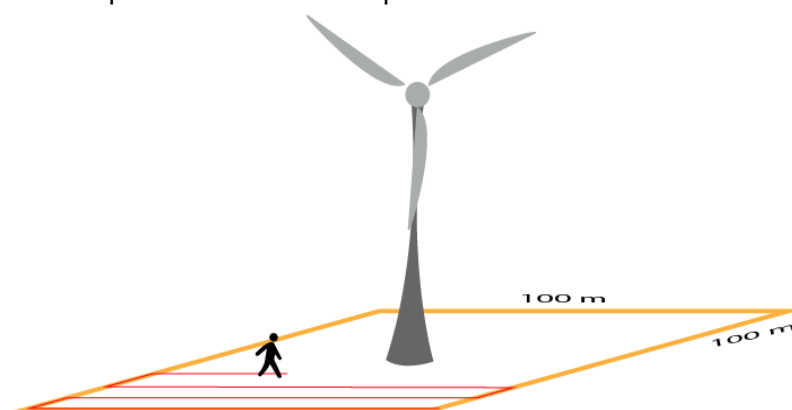


Figure 1 : visualisation des transects de recherche des cadavres

Zones non prospectées : Au cours de certaines visites, la surface de prospection a pu être réduite en fonction de contraintes liées au terrain telles que la présence de boisements, de cultures, de travaux agricoles en cours, etc.

Fréquence et moment de recherche : Les prospections hebdomadaires ont débuté de préférence le matin, dans l'heure qui suit le lever du soleil.

Ordre de prospection des éoliennes : L'observateur s'est attaché à faire varier l'ordre de prospection des éoliennes afin de limiter des biais éventuels liés à la disparition des cadavres entre le lever du soleil et le moment de la prospection.

IV.2.3. Recueil des données

Chaque journée de prospection, l'observateur a consigné son heure d'arrivée et de départ ainsi que les conditions météorologiques pouvant avoir un impact sur sa visibilité (température, nébulosité, intensité et direction du vent, pluie éventuelle, etc.). Le numéro des éoliennes ne fonctionnant pas au moment de la prospection, la surface prospectée (% de la surface totale) et une description de l'habitat (occupation des sols et hauteur de la végétation) ont également été relevés.

Chaque cadavre retrouvé doit être photographié, associé à une date et une éolienne, sa localisation doit être consignée sur une carte et son point GPS relevé. L'espèce, le sexe, l'âge ainsi que diverses informations relatives à l'état du cadavre ont également été notés si possible. Les fiches de suivi se trouvent en annexes 1 et 2.

IV.2.4. Test de persistance

Les cadavres sont susceptibles de disparaître plus ou moins rapidement selon le site d'étude. En effet, d'un site à l'autre, les communautés de charognards présents varient, de même que leur abondance, leurs rythmes d'activité ou encore la disponibilité de ressources alimentaires alternatives. Par ailleurs, la détectabilité (cadavre frais ou plus ancien), et l'accessibilité des cadavres peut aussi influencer sur la durée de persistance (BESNARD & BERNARD, 2017).

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

Trois à cinq poussins ont été placés pour chaque éolienne en fonction des habitats (dalle, végétation rase sur la plateforme, végétation plus élevée). Leur emplacement a été soigneusement relevé pour permettre le contrôle ultérieur. Tous les poussins ont été décongelés la veille de leur placement pour limiter l'avancée de leur décomposition avant le dépôt.

Pour le test réalisé en juillet, l'observateur a déposé les poussins le 30 juin, est repassé le lendemain puis le 8 juillet. Pour le test de septembre, l'observateur a déposé les poussins le 22 septembre et est repassé le 24 et le 28 septembre. L'observateur est donc repassé régulièrement au cours de la première semaine pour contrôler la persistance des cadavres, puis les semaines suivantes et jusqu'à la disparition totale des poussins.

Au total, 14 poussins ont été repartis sous les 4 éoliennes début juillet. Le test a été reproduit à l'automne pour vérifier s'il existe une différence au niveau de la persistance des cadavres entre ces deux périodes. Ainsi, un total de 12 poussins a été répartis sous les 4 éoliennes en septembre.

IV.2.5. Taux de détectabilité

L'observateur s'est étalonné afin d'établir son taux de détectabilité. Pour cela des leurres (poussins noircis au charbon) ont été dispersés par une personne différente de l'observateur sur une parcelle représentative des habitats du parc éolien. Le nombre de poussins déposés n'était pas connu de l'observateur et il a recherché les poussins selon les mêmes conditions qu'un suivi de mortalité classique. Les deux tests de détectabilité ont eu lieu le 31 mai et le 15 septembre 2021.

IV.2.6. Correcteur surfacique

La surface à prospecter dans les carrés de 100 m de côté autour des éoliennes est d'un hectare ce qui fait un total de quatre hectares pour l'ensemble du parc. A chaque visite, la surface réelle prospectable a été relevée en pourcentage pour chaque éolienne, calculé par rapport à une surface standard de 1 hectare. La description des habitats autour de chaque éolienne permet de décrire la variation du couvert végétal au cours de la période de prospection, et par conséquent les variations en termes de surface prospectée.

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

- **Période printemps-été** : avant la moisson qui correspond à la période de la nidification et à la migration pré-nuptiale des oiseaux ainsi qu'à l'activité de chasse et l'élevage des jeunes pour les chiroptères

- **Période été-automne** : après la moisson, correspondant au transit automnal pour les chiroptères et à la migration pré-nuptiale pour les oiseaux

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

IV.2.7. Taux de mortalité

Il existe différentes méthodes d'estimation de la mortalité qui prennent en compte plusieurs paramètres tels que le taux de disparition, le test de détectabilité, etc. Plusieurs méthodes peuvent être appliquées, car chacune d'entre elles présente des avantages et des inconvénients et les résultats diffèrent de l'une à l'autre parfois de façon importante. Ainsi, l'utilisation de plusieurs méthodologies permet de présenter une fourchette de résultats.

Méthode « Erickson »

La méthode ERICKSON (1998) intègre la durée de la persistance moyenne des cadavres. Cette formule présente l'avantage de fonctionner même lorsque le taux de persistance sur la durée de l'intervalle vaut zéro.

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

N = nombre de cadavres total

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

C = nombre de cadavres comptés

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

d = taux de détection (test de détectabilité)

Méthode « Jones »

La méthode de JONES (2009) considère que le taux de mortalité est constant dans l'intervalle et que la durée de persistance d'un cadavre suit une variable exponentielle négative. Cette méthode suppose également que la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à moitié de l'intervalle. Le taux de persistance t_m est alors remplacé par la formule suivante : $p = e^{(-0,5 \times I / t_m)}$

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

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

a : coefficient de correction surfacique

\hat{I} : intervalle effectif

\hat{e} : coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à $\frac{Min(I;\hat{I})}{I}$

Méthode « Huso »

Le dernier protocole en date, HUSO (2011), toujours en considérant la mortalité constante, considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. Le coefficient proposé est plus élevé :

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

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

Les calculs ont été réalisés en utilisant l'application créé par le CNRS <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/> (Besnard & Bernard, 2017). La période de prospection a été séparée en deux ensembles :

- S20 à S30, 11 semaines de mi-mai à fin juillet : période de « printemps-été » correspondant à la période de nidification des oiseaux et à la période de mise bas et d'élevage des jeunes pour les chiroptères ;
- S31 à S43, 13 semaines de début août à fin octobre : période « automne » correspondant au transit automnal des chiroptères et à la migration postnuptiale de l'avifaune.

IV.3. Suivi d'activité chiroptérologique

IV.3.1. Dates de suivi

Des études acoustiques ont été effectuées en altitude dans le but de caractériser l'activité des chiroptères en altitude, notamment pour la détection d'espèces en transit (vol en plein ciel). Pour cela, un enregistreur de type BAT mode a été installé en nacelle. La période d'enregistrement s'est déroulée entre le 26 mai et le 26 octobre 2021.

IV.3.2. Matériel

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

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

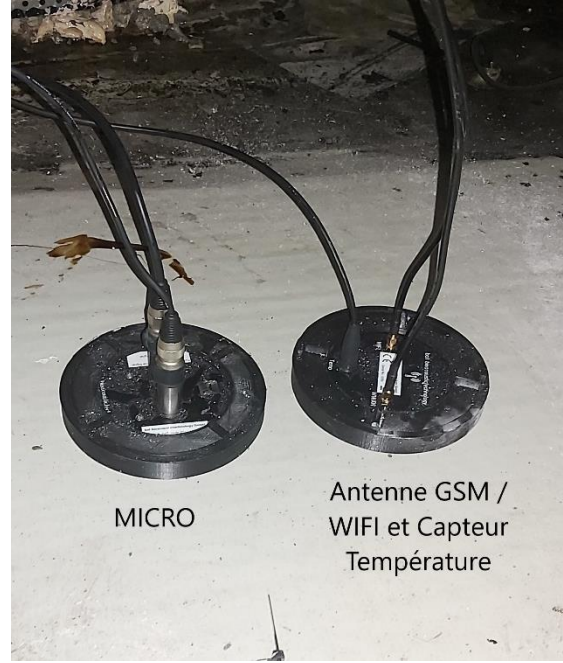


Figure 2 : exemple d'installation d'un BATmode en nacelle

V. ANALYSE DES RESULTATS

V.1. Suivi de mortalité

V.1.1. Test de détection

Dans le cas de l'observateur du parc de Dampierre, le test de détection a été réalisé sur une parcelle dont la taille de la végétation variait entre 0 et 60 cm. Huit poussins sur dix ont été retrouvés, ce qui représente un taux de détection de 80 %.

V.1.2. Test de persistance

Le test de la persistance a été réalisé début juillet puis reproduit fin septembre. Pour les deux périodes, tous les cadavres ont disparu au bout d'une semaine (Fig. 2).

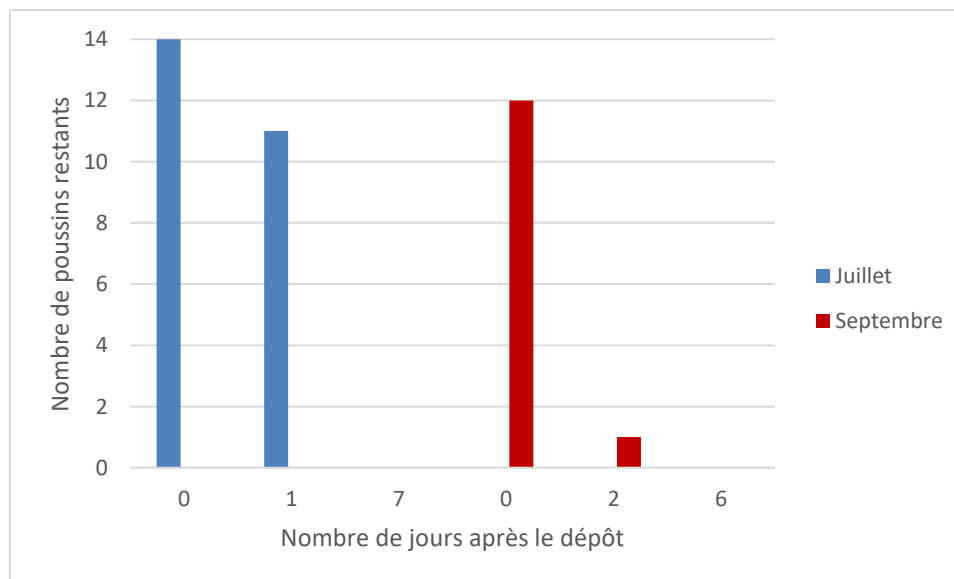


figure 3 : persistance des cadavres sur le site en fonction du temps en juillet et en septembre

En moyenne, les cadavres persistent quatre jours dans le milieu, les deux tests confondus. La persistance des cadavres semble plus faible en septembre avec une moyenne de 2,3 jours contre 5,7 jours en juillet (tableau 4).

tableau 4 : taux de persistance des cadavres en juillet et septembre

	Juillet												Septembre											
	E1			E2			E3			E4			E1		E2		E3		E4					
Persistance (jours)	1	1	1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	2	2	2	2	2	6	2	2	2	2	2	2
Moyenne par saison	5,7												2,3											
Moyenne total	4,0																							

V.1.3. Correcteur surfacique

En théorie, la surface à prospecter était de quatre hectares sur l'ensemble du parc, soit un hectare par éolienne. Les cultures recouvrent 73 % de cette surface, le reste étant constitué des plateformes en gravier et de chemins d'accès (25 %) ainsi que d'une zone non prospectable (2 %) (carte 3). Cette zone non prospectable se situe dans le périmètre de l'éolienne E4 et correspond à un grand talus de terre. Le pourcentage de la surface réellement prospectée à chaque passage dépendait essentiellement de la hauteur des cultures.



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

En moyenne, 67 % de la surface totale a pu être prospectée au cours du suivi. Globalement, une plus

grande surface a pu être prospectée pour les éoliennes E1 et E2 avec 80 % de surface prospectable sur l'ensemble du suivi, contre 50 % pour les éoliennes E3 et E4. Pour toutes les éoliennes, le pourcentage de la surface réellement prospectée a été plus important à la période août-octobre avec 84 % de la surface totale prospectée, contre 49 % pour la période mai-juillet (tableau 5).

tableau 5 : surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

	Surface moyenne en mai à juillet (%)	Surface moyenne en août à octobre (%)	Surface moyenne sur l'ensemble du suivi (%)
E1	60	99	80
E2	63	99	81
E3	46	65	56
E4	26	73	50
PARC	49	84	67

V.1.4. Mortalité brute

V.1.4.1. Phénologie

Le suivi réalisé entre le 19/05/2021 et le 25/10/2021 a permis la découverte de trois cadavres de chiroptères et un cadavre de Bergeronnette grise. Tous les cadavres de chauves-souris appartenaient au genre des pipistrelles. Les espèces possibles sont la Pipistrelle commune, la Pipistrelle pygmée, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Nathusius (tableau 6).

tableau 6 : cadavres relevés sur le parc éolien de Dampierre

Date	N°	Espèces	Eoliennes	Etat du cadavre	Cause présumée de la mort
10/06/2021	1	Pipistrelle <i>sp</i>	E3	Frais, blessure ouverte au dos	Barotraumatisme
30/06/2021	2	Pipistrelle <i>sp</i>	E4	Très avancé	Barotraumatisme
09/08/2021	3	Bergeronnette grise	E2	Décomposé	Collision
25/10/2021	4	Pipistrelle <i>sp</i>	E3	Avancé	Barotraumatisme

Le cadavre de la Bergeronnette grise a été retrouvé en août. Deux cadavres de pipistrelles ont été retrouvés à la période mai-juillet et le troisième en octobre (figure 4).

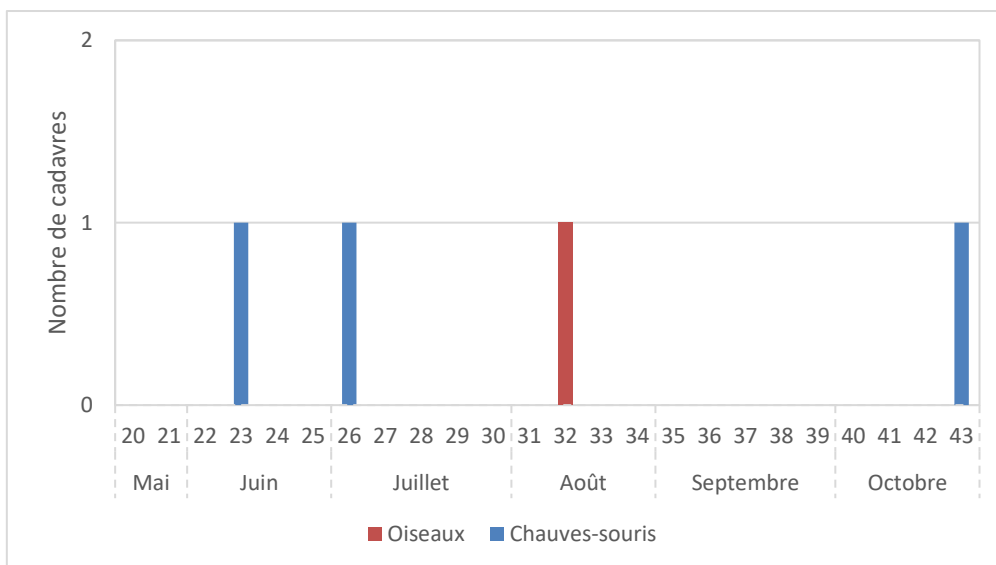


figure 4 : nombre de cadavres recensés par semaine

Les cadavres de chauves-souris ont été retrouvés sous les éoliennes E3 et E4 avec respectivement deux et un cadavres. Le cadavre de la Bergeronnette grise a été retrouvé sous l'éolienne E2. Aucun cadavre n'a été retrouvé au pied de l'éolienne E1 (figure 5).

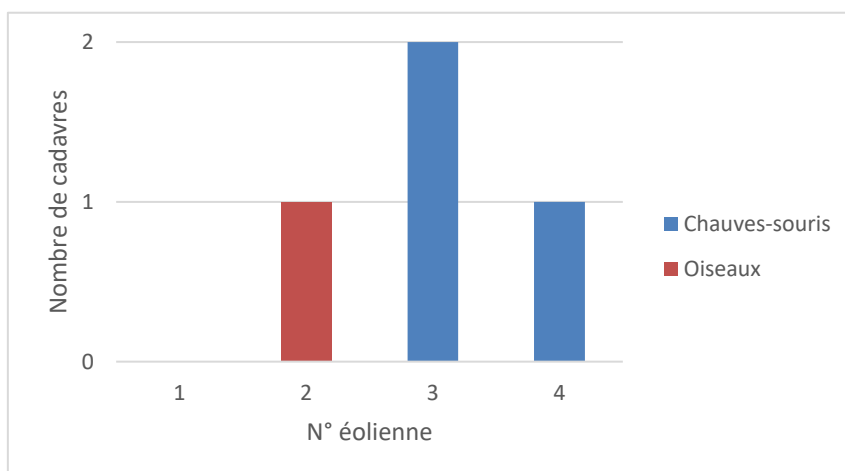
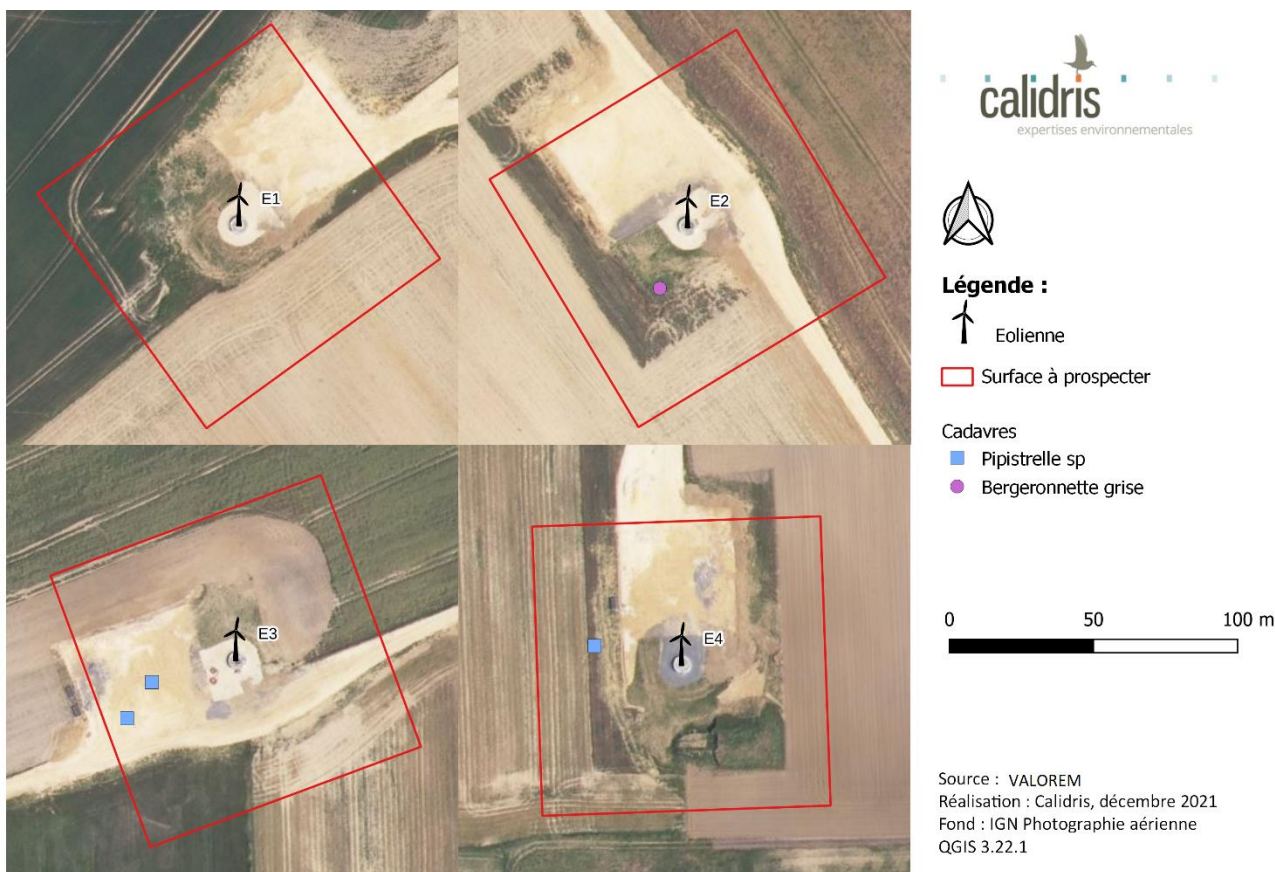


figure 5 : nombre de cadavres par éolienne

Deux cadavres de pipistrelles ont été retrouvés au niveau de la plateforme en gravier. La troisième a été retrouvée par hasard dans le champ au moment où la hauteur du maïs était relativement élevée (et donc non prospectable). La bergeronnette a également été retrouvée dans un champ maïs à une hauteur de végétation basse (Carte. 4).



carte 4 : localisation des cadavres recensés sur le parc de Dampierre

V.1.4.2. Espèces impactées

La seule espèce d'oiseau impactée par les éoliennes sur le parc de Dampierre ne possède pas de statut de conservation défavorable à l'échelle nationale et régionale. De plus, celle-ci ne figure pas à l'annexe I de la directive oiseaux.

tableau 7 : statuts des espèces d'oiseaux retrouvées mortes lors du suivi de mortalité

Nom commun	Nom scientifique	Annexe I directive « Oiseaux »	Liste rouge Europe	Protection nationale	Liste rouge France			Liste rouge Centre-Val de Loire
					Nicheurs	Hivernants	De passage	Nicheurs
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>		LC	Art. 3	LC	NAd		LC

Liste rouge France et Centre-Val de Loire: **CR** : En danger critique d'extinction / **EN** : En danger / **VU** : Vulnérable / **NT** : Quasi-menacé / **LC** : Préoccupation mineure / **NA** : Non applicable (espèce non soumise à évaluation car, (c) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative, ou (d) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais pour laquelle le manque de données disponibles ne permet pas de confirmer que les critères d'une présence significative sont remplis) / **NE** : Non étudié / **DD** : données insuffisantes

V.1.5. Estimation de la mortalité

Les tableaux suivants présentent les résultats du taux de mortalité du parc éolien selon les différentes méthodes utilisées. Les résultats sont exprimés en nombre d'individus tués pour l'ensemble du parc durant les périodes citées. Les données ne suivant pas la loi Normale, des tests non-paramétriques ont été appliqués.

V.1.5.1. Mortalité estimée pour l'avifaune

La mortalité des oiseaux est estimée entre trois et quatre cadavres pour l'ensemble du parc et pour l'ensemble du suivi soit un cadavre par éolienne (tableau 8). Les taux de mortalité n'ont pas pu être calculés pour la période mai à juillet comme aucun cadavre d'oiseau n'a été retrouvé pour cette période.

tableau 8 : estimation de la mortalité sur l'ensemble du parc pour les oiseaux

Formule	Mai à Juillet		Août à Octobre		Ensemble du suivi	
	Médiane	IC 95%	Médiane	IC 95%	Médiane	IC 95%
Erickson	-	-	2,44	[0 - 10]	2,05	[0 - 8]
Huso	-	-	3,11	[0 - 12]	3,01	[0 - 12]
Jones	-	-	3,37	[0 - 13]	3,18	[0 - 12]

V.1.5.2. Mortalité estimée pour les chiroptères

La mortalité des chiroptères est estimée entre sept et dix cadavres (arrondi au supérieur) pour l'ensemble du parc, soit entre deux et trois cadavres par éolienne. Elle semble plus élevée pour la période mai à juillet (six à neuf cadavres) qu'à la période d'août à octobre (trois à quatre cadavres) (tableau 9).

tableau 9 : estimation de la mortalité sur l'ensemble du parc pour les chiroptères

Formule	Mai à Juillet		Août à Octobre		Ensemble du suivi	
	Médiane	IC 95%	Médiane	IC 95%	Médiane	IC 95%
Erickson	5,13	[0 - 15]	2,61	[0 - 10]	6,18	[0 - 17]
Huso	7,96	[0 - 23]	3,11	[0 - 12]	9,04	[0 - 24]
Jones	8,38	[0 - 24]	3,58	[0 - 13]	9,58	[0 - 26]

V.1.5.3. Mortalité estimée par éoliennes

Le risque de mortalité semble le plus élevé pour l'éolienne E3 où le nombre de cadavres est estimé entre quatre et sept pour l'ensemble du suivi. Elle est suivie par l'éolienne E4 (trois à quatre

cadavres), puis l'éolienne E2 (deux à trois cadavres) (tableau 10). Les taux de mortalité calculés pour les éoliennes E3 et E4 concernent uniquement les chiroptères du fait de la nature des cadavres retrouvés autour de ces éoliennes (figure 5, p19). De la même manière, les taux de mortalité pour l'éolienne E2 sont calculés par rapport au cadavre d'oiseau et ne concernent donc pas les chiroptères. Aucun cadavre n'a été retrouvé pour l'éolienne E1.

tableau 10 : estimation de la mortalité par éolienne

	E1		E2		E3		E4	
Formule	Médiane	IC 95%	Médiane	IC 95%	Médiane	IC 95%	Médiane	IC 95%
Erickson	-	-	1,32	[0 - 6]	3,81	[0 - 13]	2,37	[0 - 11]
Huso	-	-	2,24	[0 - 9]	6,45	[0 - 20]	3,79	[0 - 16]
Jones	-	-	2,33	[0 - 10]	6,76	[0 - 21]	3,92	[0 - 17]

V.2. Biais pris en compte dans l'étude

L'objectif de ce rapport est de quantifier l'impact du parc éolien de Dampierre sur la faune volante et d'évaluer la nécessité de la mise en place de mesures de bridage. La mortalité des chiroptères a été estimée entre sept et dix individus pour l'ensemble du parc et pour la durée du suivi. Pour les oiseaux, ce taux de mortalité a été estimé entre trois et quatre individus. Pour obtenir ces résultats, différents biais du protocole ont été pris en compte.

V.2.1. Taux de persistance

Le taux de persistance des cadavres sur ce site est relativement faible avec une moyenne de quatre jours sur l'ensemble du suivi. En effet, tous les poussins ont disparu au bout d'une semaine. Cette disparition des cadavres peut s'expliquer par la présence des espèces opportunistes sur le site comme les corvidés et le renard.

La persistance des cadavres était plus faible en septembre avec une moyenne de 2,3 jours contre 5,7 jours en juillet. Au-delà des facteurs liés à la prédation, la diminution de ce taux peut être liée aux activités anthropiques. En effet, courant du mois de septembre et octobre, une forte activité agricole ainsi qu'une maintenance des plateformes ont eu lieu. Les passages des engins dans les champs et sur les plateformes a très certainement joué un rôle dans la disparition des cadavres.

La persistance entraîne un biais important qui pourrait expliquer qu'une quantité importante de cadavres issus des collisions ne soient pas détectés, ayant disparus avant le passage hebdomadaire

de l'observateur. Prendre en compte le taux de persistance permet de mieux estimer la mortalité sur ce site. Il est important de noter que ces taux de persistance peuvent en réalité être encore plus faibles.

V.2.2. La détection de l'observateur

La détection de l'observateur a été testée sur un terrain varié constitué d'un champ labouré, un espace herbacé à végétation plus ou moins rase et de différentes cultures plus ou moins hautes. Cela est bien représentatif des habitats présents sur le site d'étude où les surfaces à prospecter étaient principalement constituées des cultures dont la hauteur variait au cours des prospections.

V.2.3. Le correcteur surfacique

Le correcteur surfacique appliqué a permis de prendre en compte le pourcentage de la surface qui a réellement été prospectée par rapport à la surface de prospection théorique. En effet, en cas de hauteur de végétation trop importante ou dense rendant la détection impossible ou peu probable, la surface en question n'a pas été prospectée, le taux de détection étant alors beaucoup moins élevé. Ainsi, seule la plateforme a pu être prospectée avant la moisson pour la plupart des éoliennes. De ce fait, les estimations de la mortalité sont plus fiables pour la période août à octobre par rapport à la période mai à juillet. Une prospection sur un terrain à végétation maintenue courte tout au long de la période d'observation aurait permis une meilleure estimation de la mortalité. Globalement, un peu plus des deux tiers de la zone ont pu être prospectés en moyenne, ce qui est plutôt représentatif de la zone.

V.3. Sensibilité des espèces contactées lors du suivi de mortalité

Le risque de mortalité par collision ou par barotraumatisme de différentes espèces dépend de leurs comportements de chasse, de transits ou de migrations, et notamment, de la hauteur des vols. Le risque de collision est d'autant plus important dans les zones les plus fréquentées par ces espèces.

Pipistrelles, *Pipistrellus sp*

En Europe, il existe quatre espèces distinctes de Pipistrelles : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle pygmée, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Nathusius. Parmi ces espèces, seule la Pipistrelle de Nathusius est migratrice alors que les trois autres sont sédentaires. Les espèces sédentaires

réalisent des vols de courtes distances, sur une vingtaine de kilomètres. Elles peuvent effectuer des vols en hauteur (au-delà de 20 mètres) où elles sont alors impactées par les aérogénérateurs. Quant à la Pipistrelle de Nathusius, celle-ci est impactée lors de ses vols de transit (déplacement entre zones de chasse et de gîte ou déplacements saisonniers).

La sensibilité pour les Pipistrelles, toutes espèces confondues, est globalement élevée s'agissant du groupe le plus impacté par les éoliennes avec 76 % des cadavres retrouvés en France entre 2003 et 2014 (RODRIGUES *et al.*, 2015) et 71 % du total français connu à ce jour avec 2 028 individus comptabilisés (DÜRR, 2021a). C'est la Pipistrelle commune qui connaît le plus de mortalité avec 2 435 cas comptabilisés dont 1 012 en France, pays où le nombre de collisions pour cette espèce est le plus conséquent (DÜRR, 2021a). La Pipistrelle de Kuhl est moins impactée que la Pipistrelle commune avec 469 cas de collisions recensés en Europe dont 219 en France (DÜRR, 2021a). Ce fort taux de collision est à relativiser avec la forte fréquence de ces espèces ubiquistes.

Bergeronnette grise, *Motacilla alba*

La Bergeronnette grise a été assez peu recensée en Europe avec seulement 45 cas de collisions signalées dont quatre en France (DÜRR, 2021b). De ce fait, elle ne semble pas sensible aux éoliennes. Cette espèce est principalement sédentaire et affectionne les milieux proches de l'homme et notamment les plaines cultivées.

V.4. Mise en perspective des résultats

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

V.4.1. Oiseaux

Dans la synthèse sur le *Parc éolien français et son impact sur l'avifaune* (MARX, 2017), les auteurs évoquent un nombre allant de 6,6 à 7,2 oiseaux tués par éolienne et par an (calculée sur huit parcs

aux protocoles comparables, et en prenant en compte les oiseaux projetés potentiellement au-delà de 50 m). Au Canada, une étude estime que la mortalité imputable aux éoliennes est de l'ordre de 4,71 oiseaux par éolienne (BIRD STUDIES CANADA *et al.*, 2016).

Le taux de mortalité des oiseaux estimé pour le parc de Dampierre (entre trois et quatre cadavres pour l'ensemble du suivi) est inférieur aux moyennes canadiennes et françaises des documents précédemment cités. Ramenés à une estimation par éolienne, ces chiffres donnent une valeur d'un cadavre par éolienne pour les oiseaux pour la période du suivi. Ainsi, le parc de Dampierre semble présenter un risque de collision très faible pour l'avifaune.

V.4.2. Chauves-souris

Dans la synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer (GAULTIER, S.P. *et al.*, 2019), il est évoqué un « taux de mortalité accepté » en Allemagne, variable d'un Länder à l'autre, qui serait compris entre un et deux cadavres de chauve-souris par éolienne et par an (BEHR *et al.*, 2017 *in* Gaultier *et al.*, 2019). Bien que cette notion sous-tende qu'il serait acceptable que des chauves-souris protégées puissent être détruites dans l'exploitation éolienne, ce chiffre peut servir d'indicateur pour les comparaisons.

Pour le parc de Dampierre, la mortalité des chiroptères est estimée entre sept et dix cadavres pour l'ensemble du parc et pour la période du suivi, soit entre deux et trois cadavres par éolienne. Le risque de mortalité semble le plus élevé pour l'éolienne E3 où le nombre de cadavres est estimé entre quatre et sept chauves-souris. Elle est suivie par l'éolienne E4 avec une mortalité estimée entre trois et quatre individus.

V.5. Suivi d'activité chiroptérologique en nacelle

V.5.1. Phénologie de l'activité

Six espèces au minimum ont été contactées entre le 26 mai et le 26 octobre 2021, pour un total de 5 547 contacts.

tableau 11 : nombre de contacts par espèce enregistrés en altitude

Espèces	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Total	Pourcentage d'activité
Barbastelle d'Europe					8		8	0,14%
Noctule de Leisler		29	28	158	382	3	600	10,82%
Noctule commune	3	63	101	1465	1251		2883	51,97%
Pipistrelle de Kuhl		214	13	82	274	3	586	10,56%
Pipistrelle de Nathusius		14	1		40		55	0,99%
Pipistrelle commune	11	862	68	191	221	13	1366	24,63%
Groupe des noctules et sérotines		6	16	13	14		49	0,88%
Nombre de contacts enregistrés	14	1188	227	1909	2190	19	5547	100,00%
Nombre de jours d'enregistrement	3	18	15	31	26	6	99	
Nombre de contacts moyen par nuit	5	66	15	62	84	3	56	

La Noctule commune est l'espèce la plus abondante en altitude avec 52 % de part d'activité globale. Elle est suivie par la Pipistrelle commune avec 25 % des contacts enregistrés pour cette espèce. La Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Kuhl ont des parts d'activité sensiblement égales (11%). Un peu moins de 1% des contacts appartiennent à la Pipistrelle de Nathusius. A noter que quelques contacts de Barbastelle d'Europe ont été enregistrés au mois de septembre, ce qui est peu commun pour cette espèce de lisière. Enfin, une partie des contacts n'ont pas pu être attribués avec certitude à une espèce et ont donc été classés dans le groupe des noctules et sérotines.

Les résultats montrent une saisonnalité assez marquée. Le mois de septembre est celui où l'activité des chiroptères est la plus forte avec 84 contacts moyen par nuit. Les mois de juin et août ont également enregistré une activité importante, avec respectivement 66 et 62 contacts moyens par nuit. Les mois d'août et septembre correspondent à la fin de la période de mise bas et d'élevage des jeunes et le début de la période de reproduction et de transit automnal. A noter que le nombre de contacts enregistrés au mois de juillet est faible, ce qui est dû à un dysfonctionnement du dispositif d'enregistrement.

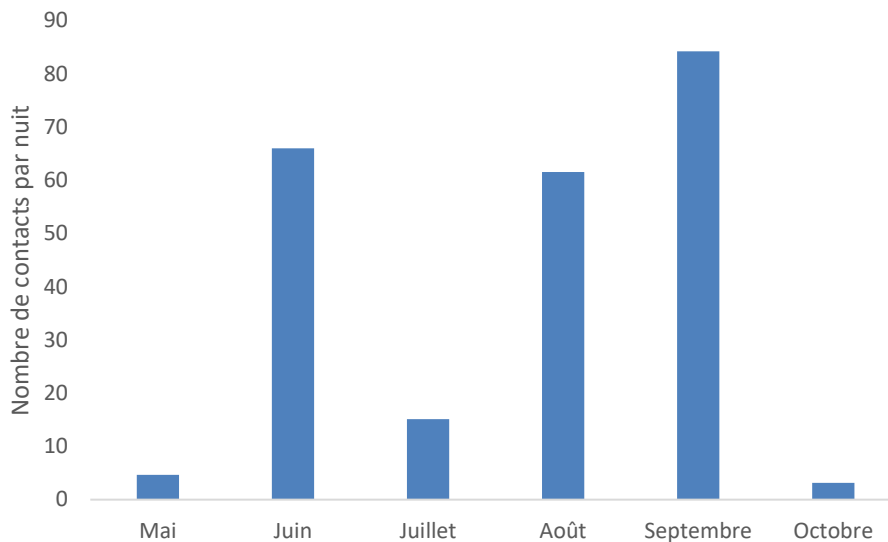


figure 6 : évolution de l'activité par mois en altitude

V.5.2. Activité horaire

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

L'activité des chiroptères se déroule à plus de 90 % dans les sept premières heures après le coucher du soleil. Elle est maximale lors de la deuxième heure après le coucher du soleil, représentatif des sorties de gîte et de la chasse. Le second pic d'activité a lieu au bout de la neuvième heure après le coucher du soleil, correspondant au retour en gîte en fin de nuit. Après le deuxième pic d'activité, plus de 97 % de l'activité est effectuée.

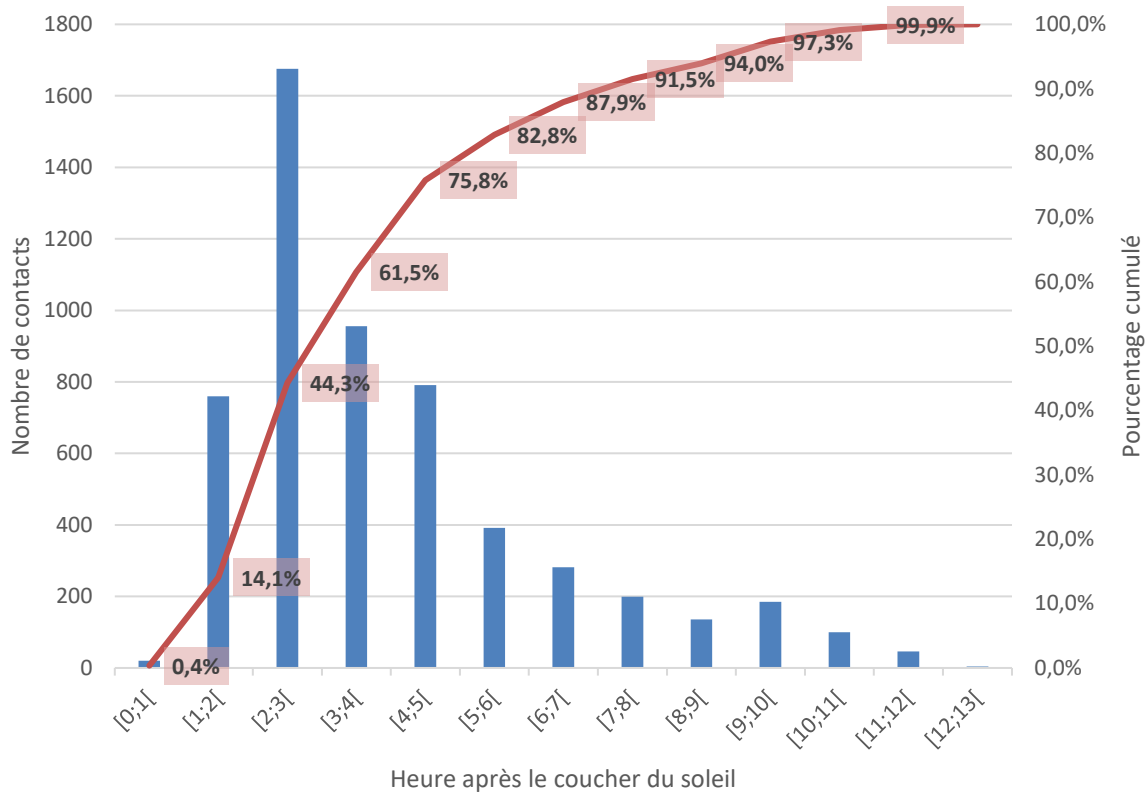


figure 7 : activité horaire des chiroptères en altitude

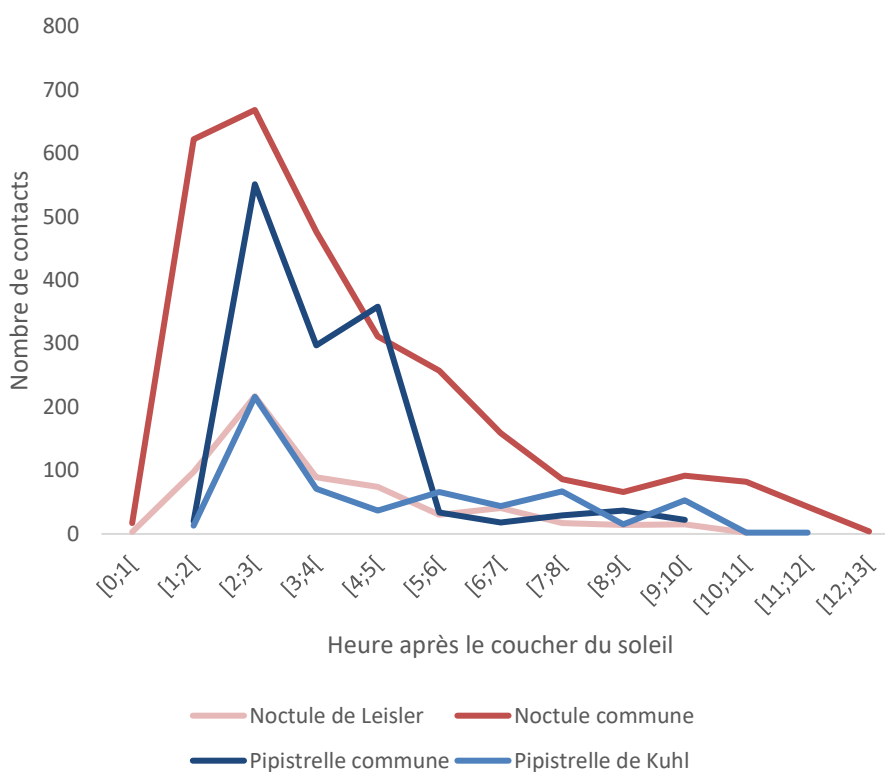


figure 8 : activité horaire, toutes saisons confondues, pour les quatre espèces les plus abondantes en hauteur

Cette tendance s’observe pour les quatre espèces les plus abondantes en altitude, pour lesquelles l’activité est maximale deux heures après le coucher du soleil (figure 7). En revanche, le deuxième pic d’activité n’a pas lieu en même temps pour toutes les espèces. Pour la Pipistrelle commune, celui-ci apparaît entre la quatrième et cinquième heure après le coucher du soleil, puis un léger pic est visible au bout de huit heures. L’activité de la Pipistrelle de Kuhl varie tout au long de la nuit. Enfin pour la Noctule commune et la Noctule de Leisler, l’activité est maximale au bout de la deuxième heure après le coucher du soleil, puis elle diminue ensuite progressivement au cours de la nuit (figure 8).

V.5.3. Corrélation de l’activité avec les vitesses de vent et les températures

L’activité des chiroptères peut être corrélée avec les conditions météorologiques (vitesse de vent et température) enregistrées à hauteur de nacelle. A noter toutefois qu’à cause de dysfonctionnements, certaines données météorologiques n’ont pas pu être enregistrées le 31 août.

tableau 12 : nombre de contacts par mois et par vitesse de vent

	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Nombre de contacts	Pourcentage	Pourcentage cumulé
0 m.s ⁻¹		154					154	2,8%	2,8%
1 m.s ⁻¹		256		23	108	9	396	7,2%	9,9%
2 m.s ⁻¹	8	181	37	245	462	3	936	16,9%	26,9%
3 m.s ⁻¹	2	270	32	188	578	3	1073	19,4%	46,3%
4 m.s ⁻¹		132	6	413	355		906	16,4%	62,7%
5 m.s ⁻¹	2	65	28	608	276		979	17,7%	80,4%
6 m.s ⁻¹		45	93	283	139	2	562	10,2%	90,5%
7 m.s ⁻¹	2	68	4	50	232		356	6,4%	97,0%
8 m.s ⁻¹		14		67	31	2	114	2,1%	99,0%
9 m.s ⁻¹		3	8	16	2		29	0,5%	99,6%
10 m.s ⁻¹			19				19	0,3%	99,9%
11 m.s ⁻¹					5		5	0,1%	100,0%
Total	14	1188	227	1893	2188	19	5529	100,0%	

L’activité des chiroptères est maximale pour une vitesse de vent de 3 m.s⁻¹. Plus de 90 % de l’activité a été enregistrée à des vitesses de vent inférieures ou égales à 6 m.s⁻¹. Les vitesses de vent modérées semblent donc être optimales pour l’activité des chiroptères, notamment pour les espèces de grande taille comme les noctules (tableau 12 et figure 9).

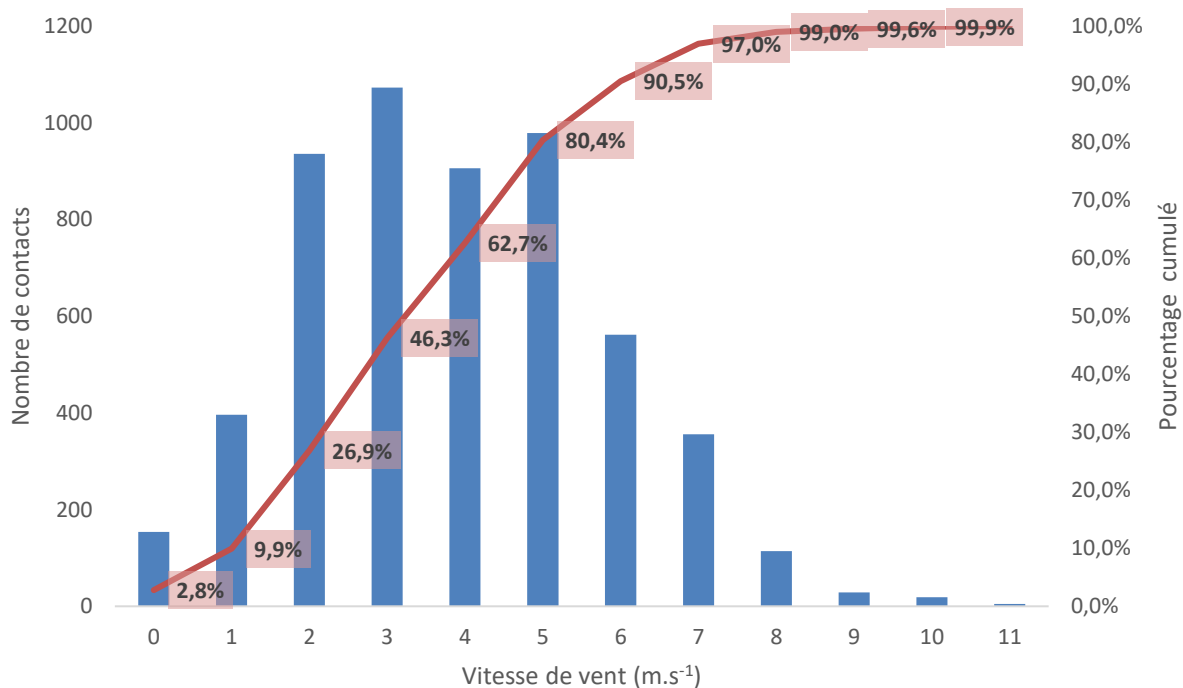


figure 9 : évolution de l'activité en fonction de la vitesse de vent

tableau 13 : nombre de contacts par mois et par température

	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Nombre de contacts	Pourcentage	Pourcentage cumulé
30°C		1					1	0,0%	0,02%
29°C		13					13	0,2%	0,25%
28°C				114	1		115	2,1%	2,33%
27°C				36	102		138	2,5%	4,83%
26°C			1	181	43		225	4,1%	8,90%
25°C			76	185	149		410	7,4%	16,31%
24°C		11	2	277	161		451	8,2%	24,47%
23°C		13	15	45	197		270	4,9%	29,35%
22°C		4	49	86	305		444	8,0%	37,38%
21°C		484	24	144	305		957	17,3%	54,69%
20°C		256	15	66	359		696	12,6%	67,28%
19°C		176	14	243	396		829	15,0%	82,28%
18°C	1	55	18	118	72	3	267	4,8%	87,10%
17°C		53	11	314	19		397	7,2%	94,28%
16°C	1	111	1	68	35	4	220	4,0%	98,26%
15°C		9	1	11	33		54	1,0%	99,24%
14°C		2		5	11	2	20	0,4%	99,60%
13°C						3	3	0,1%	99,66%
12°C	12					5	17	0,3%	99,96%

	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Nombre de contacts	Pourcentage	Pourcentage cumulé
11°C						2	2	0,0%	100,00%
Total	14	1188	227	1893	2188	19	5529		

98 % de l'activité chiroptérologique a été enregistrée pour des températures supérieures à 16°C. En-dessous de ce seuil, la fréquentation est anecdotique. L'activité des chiroptères est maximale pour une température de 21°C (tableau 12 et figure 10).

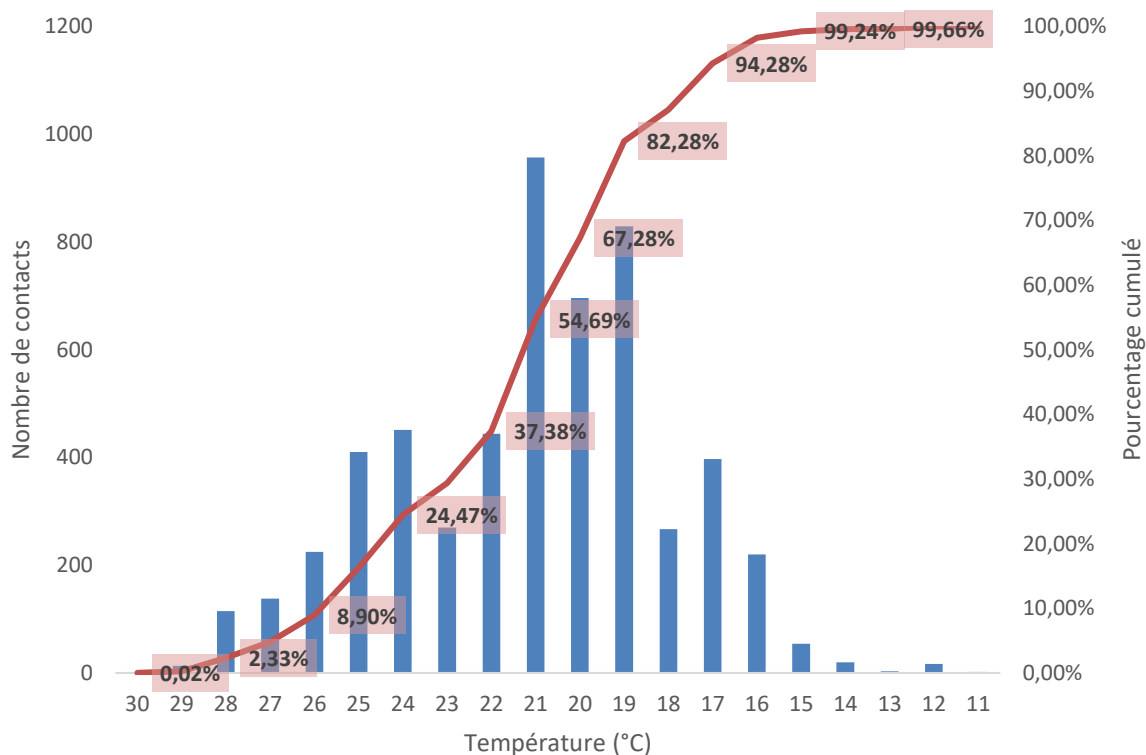


figure 10 : évolution de l'activité en fonction de la température



VI. CONCLUSION

VI.1. Suivi de mortalité

Le suivi mis en place entre mai et octobre 2021 a permis d'estimer une mortalité comprise entre trois et quatre cadavres d'oiseaux pour l'ensemble du suivi, soit un individu par éolienne. Ce taux de mortalité est inférieur à la moyenne et ne semble pas remettre en cause le cycle biologique de l'espèce identifiée.

En ce qui concerne les chiroptères, la mortalité a été estimée entre sept et dix cadavres pour l'ensemble du suivi, soit deux à trois cadavres par éolienne. Ce taux de mortalité est dans la moyenne et ne semble pas remettre en cause le cycle biologique de l'espèce identifiée.

Du fait de la mortalité observée au cours du suivi 2021 (3 cadavres), aucune mesure de bridage n'est préconisée.

VI.2. Activité chiroptérologique

Avec un peu plus de 5 500 contacts enregistrés au cours du suivi, l'activité des chiroptères en altitude semble relativement importante, et ce d'autant plus que de nombreuses séquences de chasse ont été enregistrées. La composition du cortège d'espèces de chiroptères identifiées lors des enregistrements en continu en nacelle apparaît dominé par la Noctule commune et la Pipistrelle commune. Les résultats montrent une saisonnalité assez marquée avec un mois de septembre où l'activité des chiroptères est la plus forte, mais également aux mois de juin et août avec une activité importante. Ces mois correspondent à la période de mise bas et d'élevage des jeunes et le début de la période de reproduction et de transit automnal. La phénologie de l'activité est liée à la présence de deux pics, le premier deux heures après le coucher du soleil (départ vers les zones de chasse) et le deuxième neuf heures après le coucher du soleil (chasse et retour au gîte). Plus de 90 % de l'activité est enregistrés dans les sept premières heures après le coucher du soleil. En ce qui concerne les corrélations de l'activité chiroptérologique avec la vitesse de vent, les résultats de 2021

montrent que l'activité des chiroptères est maximale pour une vitesse de vent de 3 m.s^{-1} et que plus de 90 % de l'activité a été enregistrée à des vitesses de vent inférieures ou égales à 6 m.s^{-1} . Plus de 98 % de l'activité chiroptérologique a été enregistrée pour des températures supérieures à 16°C .

VI.3. Mesures correctives

Du fait de la faible mortalité observée au cours du suivi 2021 (3 cadavres de chauves-souris et 1 cadavre d'oiseau), aucune mesure de bridage n'est préconisée.

Aucun suivi de mortalité supplémentaire n'est nécessaire.



VII. BIBLIOGRAPHIE


- BEHR O., BRINKMANN R., HOCHRADEL K., MAGES J., KORNER-NIEVERGELT F., NIERMANN I., REICH M., SIMON R., WEBER N. & NAGY M., 2017. Mitigating Bat Mortality with Turbine-Specific Curtailment Algorithms: A Model Based Approach. In KÖPPEL J. (Ed.). *Wind Energy and Wildlife Interactions*. : 135–160. Springer International Publishing, Cham.
- BESNARD & BERNARD, 2017. *Deux applications web en libre accès pour calibrer et évaluer la pertinence des suivis de mortalités sous les éoliennes*. Presented at the Séminaire Eolien et Biodiversité, Artigues-près-Bordeaux
- BIRD STUDIES CANADA, CANADIAN WIND ENERGY ASSOCIATION, ENVIRONMENT CANADA, & ONTARIO MINISTRY OF NATURAL RESOURCES, 2016. *Wind Energy Bird and Bat Monitoring Database - Summary of the Findings from Post-Construction Monitoring Reports*. 47 p.
- DÜRR T., 2021a. *Fledermausverluste an Windenergieanlagen / Bat Fatalities at Windturbines in Europe - Daten Aus Der Zentralen Fundkartei Der Staatlichen Vogelschutzwarte Im Landesamt Für Umwelt Brandenburg*.
- DÜRR T., 2021b. *Vogelverluste an Windenergieanlagen / Bird Fatalities at Windturbines in Europe - Daten Aus Der Zentralen Fundkartei Der Staatlichen Vogelschutzwarte Im Landesamt Für Umwelt Brandenburg*.
- ERICKSON W., STRICKLAND D., JOHNSON G. & KERN W., 1998. Examples of Statistical Methods to Assess Risk of Impacts to Birds from Wind Plants. *National Avian, Wind Power Plan-ning Meeting III*, San Diego, California : 172–182
- GAULTIER, S.P., MARX, G., & ROUX, D., 2019. *Eoliennes et Biodiversité : Synthèse Des Connaissances Sur Les Impacts et Les Moyens de Les Atténuer*. Office national de la chasse et de la faune sauvage / LPO. 120 p.
- HUSO M.M.P., 2011. An Estimator of Wildlife Fatality from Observed Carcasses. *Environmetrics*, 22 : 318–329
- JONES G., COOPER-BOHANNON R., BARLOW K. & PARSONS K., 2009. Determining the Potential Ecological Impact of Wind Turbines on Bat Population in Britain. *Scoping and method development report.*, Bat conservation Trust : 150 pp
- MARX G., 2017. *Le Parc Éolien Français et Ses Impacts Sur l'avifaune. Étude Des Suivis de Mortalités Réalisés En France de 1997 à 2015*.
- MTES, 2015. *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres*. Ministère de la transition

écologique et solidaire. 47 p.


MTES, 2018. *Protocole de Suivi Environnemental Des Parcs Éoliens Terrestres - Révision 2018*. 20 p.

RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., KARAPANDŽA B., KOVAČ D., KERVYN T., DEKKER J., KEPEL A., BACH P., COLLINS J., HARBUSCH C., PARK K., MICEVSKI B. & MINDERMAN J., 2015. Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects - Revision 2014. *EUROBATS*, (6) : 133

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

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

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

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

Annexe 3 : exemple de cadavres découverts lors des prospections



cadavre frais de Pipistrelle sp



cadavre avancé de Pipistrelle sp