

Mars 2024

Suivi Environnemental ICPE

PARC ÉOLIEN DE COULANGES

COMMUNE DE BRINAY (18)

SUIVI DE L'ANNÉE 4 D'EXPLOITATION (2023)

Maître d'ouvrage



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

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

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

Le bureau d'études ENCIS Environnement a été missionné par la société BRINAY ENERGIE pour réaliser ce suivi environnemental ICPE dès 2020.

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

SOMMAIRE

1	Cadre général de l'étude	5
1.1	Maître d'ouvrage – exploitant.....	7
1.2	Auteurs de l'étude.....	7
1.3	Présentation du parc éolien étudié.....	8
1.4	Cadre réglementaire de l'étude de suivi environnemental pour les projets éoliens	10
1.5	Les impacts potentiels d'un parc éolien en fonctionnement sur le milieu naturel.	11
1.5.1	Avifaune	11
1.5.2	Chiroptères.....	18
2	Méthodes utilisées.....	33
2.1	Méthodologie et démarche générale.....	35
2.2	Suivi d'activité des chiroptères	37
2.2.1	Objectif et paramètres à prendre en compte.....	37
2.2.2	Méthodologie et pression d'inventaire.....	37
2.3	Suivi de la mortalité sur l'avifaune et les chiroptères	42
2.3.1	Principes et objectif.....	42
2.3.2	Protocole utilisé	43
2.3.3	Déclaration d'incident faune volante.....	45
2.3.4	Détermination du statut biologique	46
2.3.5	Méthodes d'estimation de la mortalité	46
2.4	Limites des méthodes utilisées et difficultés rencontrées	52
2.4.1	Limites des méthodes employées.....	52
2.4.2	Difficultés rencontrées	53
3	Résultats et analyse du suivi d'activité des chiroptères.....	55
3.1	Bilan des connaissances de l'étude d'impact	57
3.2	Suivi de l'activité des chiroptères en 2023	59
3.2.1	Suivi ultrasonique automatique permanent en nacelle	59
3.2.2	Synthèse des résultats du suivi comportemental des chiroptères en nacelle	74
3.1	Bilan et comparaison avec l'étude d'impact et les suivis ICPE.....	75
3.1.1	Diversité spécifique	75
3.1.2	Cumul des trois premières années de suivi ICPE et comparaison avec le suivi 2023....	76
3.2	Principaux éléments à retenir du suivi ICPE	83
4	Résultats du suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères.....	85
4.1	Résultats des tests et paramétrage des méthodes d'estimation	87
4.1.1	Durée moyenne de l'intervalle.....	87
4.1.2	Efficacité du chercheur	87
4.1.3	Persistance des cadavres	87
4.1.1	Surfaces prospectées et correction surfacique.....	88
4.2	Mortalité de l'avifaune	89
4.2.1	Bilans national et européen de la mortalité de l'avifaune	89
4.2.2	Bilan des connaissances de l'étude d'impact.....	91
4.2.3	Résultats globaux du suivi de l'avifaune en 2023	91
4.2.4	Résultats saisonniers	94
4.2.5	Résultats spatialisés par éolienne.....	95
4.2.6	Causes potentielles de la mortalité engendrée sur le parc éolien	97
4.2.7	Incidences spécifiques du parc éolien sur l'avifaune	98

4.2.8 Comparaisons des données de 2023 avec celles de 2022, 2021 et 2020	100
4.2.1 Synthèse	101
4.3 Mortalité des chiroptères	102
4.3.1 Bilan national et européen de la mortalité des chiroptères.....	102
4.3.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact.....	103
4.3.3 Résultats globaux du suivi des chiroptères en 2023	103
4.3.4 Résultats saisonniers	106
4.3.5 Résultats spatialisés par éolienne	107
4.3.6 Causes potentielles de la mortalité engendrée sur le parc éolien	109
4.3.7 Incidences spécifiques du parc éolien sur les chiroptères	110
4.3.1 Comparaisons des données de 2023 avec celles de 2022, 2021 et 2020	112
4.3.2 Synthèse	113
5 Mesures correctrices	115
5.1 Mesures correctrices préconisées pour réduire l'incidence sur les chiroptères ..	117
Table des illustrations	119
Bibliographie.....	123
Annexes	133



1 Cadre général de l'étude

1.1 Maître d'ouvrage – exploitant

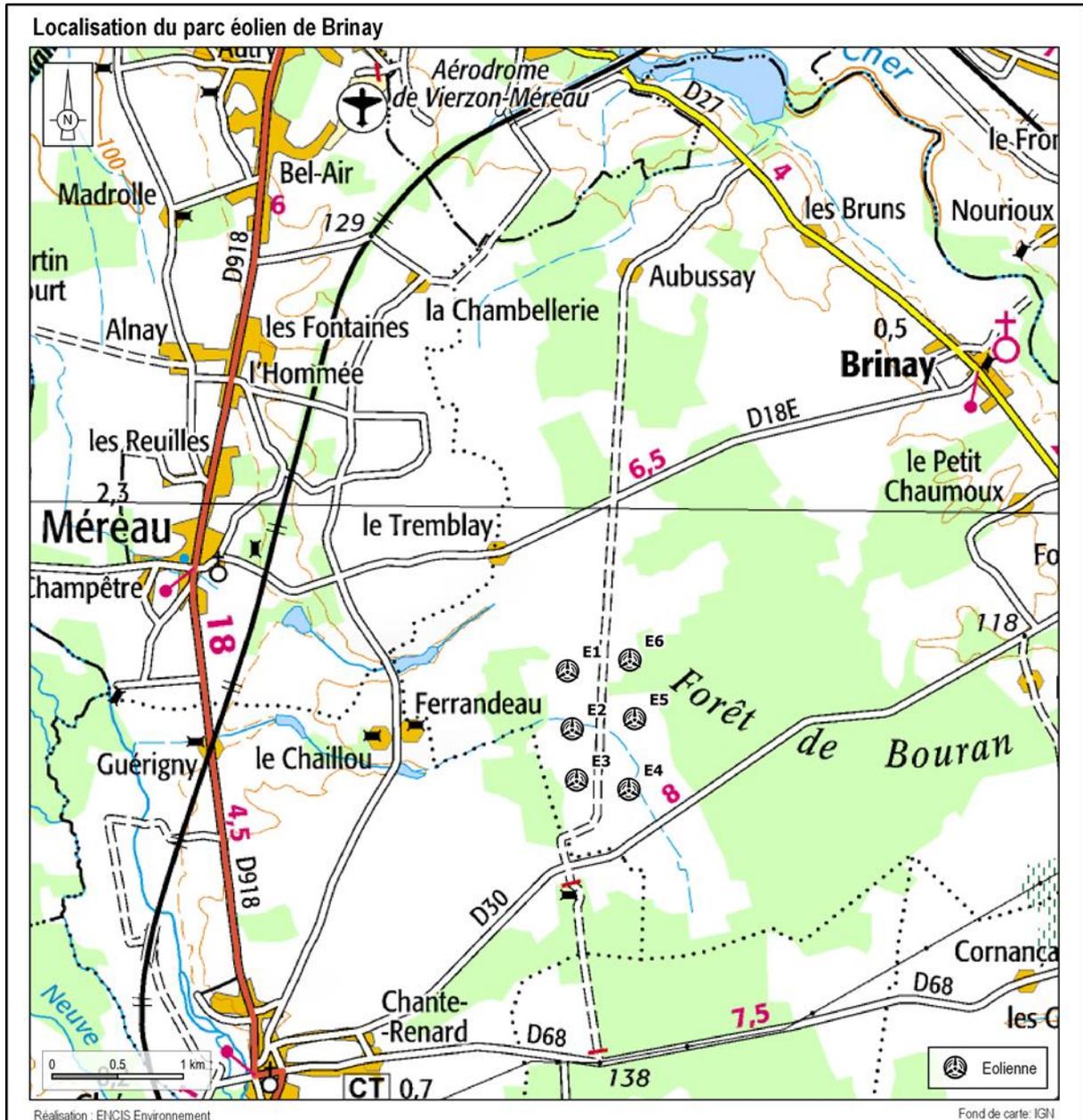
Destinataire	BRINAY ENERGIES
Adresse	JPee 1 rue Célestin Freinet 44 200 NANTES
Interlocutrices	Lucie BONDIL - Anaëlle HOUVERT
Téléphone	02 14 99 11 55

1.2 Auteurs de l'étude

Structure	
Adresse	90 rue Buck Clayton 87 000 LIMOGES
Téléphone	05 55 36 28 39
Coordination de l'étude	Benoît LESAGE, Chargé d'études - Chiroptérologue
Suivi de l'activité des chiroptères	Benoît LESAGE, Chargé d'études - Chiroptérologue
Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères	Adrien DEXET, Technicien d'études - Écologue
Correction	Nicolas LAGARDE, Responsable d'études - Écologue
Validation	Michael LEROY, Responsable de l'agence Écologie de Limoges
Version / date	Mars 2024

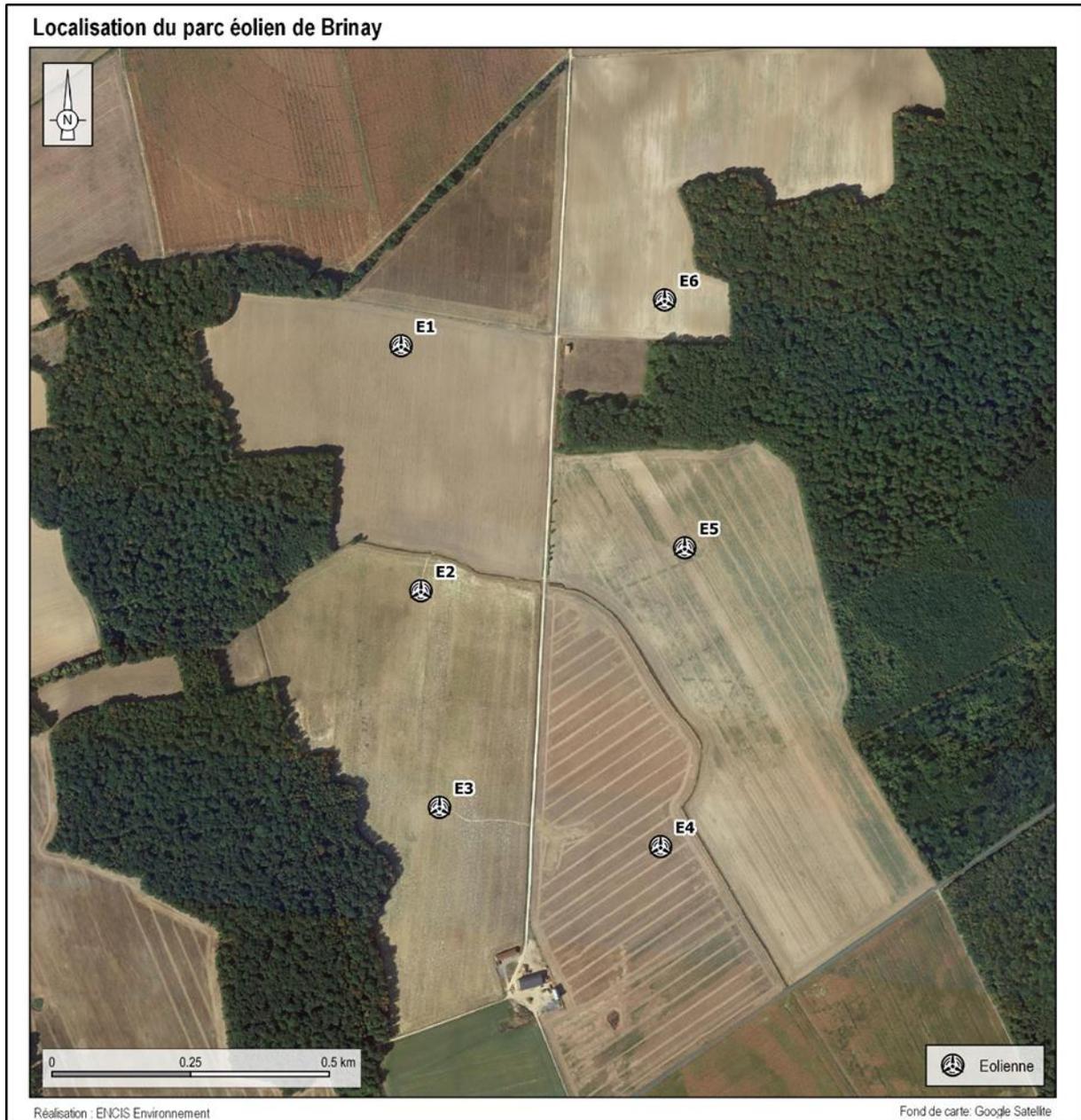
1.3 Présentation du parc éolien étudié

Le parc éolien de Coulanges, autorisé par arrêté préfectoral du 30 mai 2017 et mis en service en avril 2020, est constitué de six éoliennes N-131-3MW d'une hauteur de 180 mètres en bout de pale, d'une nacelle à 114 m et d'une garde au sol de 49 m. Les éoliennes sont implantées au sud-ouest de la commune de Brinay et au sud-est de Méreau, au lieu-dit Ferrandeu (carte suivante).



Carte 1 : Localisation du parc éolien de Coulanges

Implantées dans un secteur à forte dominante agricole, les six éoliennes se situent dans des parcelles cultivées (carte suivante). Des boisements, majoritairement âgés, ceinturent ces cultures à l'ouest et à l'est.



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

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

Création ou extension d'un parc éolien

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

« L'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Sauf cas particulier justifié et faisant l'objet d'un accord du préfet, ce suivi doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. Dans le cas d'une dérogation accordée par le préfet, le suivi doit débuter au plus tard dans les 24 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation. Ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation. Le suivi mis en place par l'exploitant est conforme au protocole de suivi environnemental reconnu par le ministre chargé des installations classées. Les données brutes collectées dans le cadre du suivi environnemental sont versées, par l'exploitant ou toute personne qu'il aura mandatée à cette fin, dans l'outil de téléservice de " dépôt légal de données de biodiversité " créé en application de l'arrêté du 17 mai 2018. ».

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

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

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

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

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

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

1.5.1 Avifaune

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

La perte d'habitat par effarouchement résulte d'un comportement d'éloignement des oiseaux autour des éoliennes en mouvement. Selon les espèces, cet éloignement s'explique par une méfiance instinctive du mouvement des pales et de leur ombre portée. Ce dérangement répété peut conduire à une perte durable d'habitat. La perturbation peut avoir des conséquences faibles si le milieu concerné est commun et qu'il existe d'autres habitats similaires aux alentours. La perturbation



peut cependant être importante lorsque les espèces sont inféodées à un habitat particulier et que cet habitat est rare dans le secteur du site d'implantation. L'habitat affecté peut aussi bien concerner une zone de reproduction qu'une zone d'alimentation, et ce pendant toutes les phases du cycle biologique des oiseaux (reproduction, migration, hivernage). À noter que pour certaines espèces d'oiseaux, aucune mesure efficace de revalorisation d'habitat n'est connue, l'évitement doit donc être la priorité (Werner *et al.*, 2018).

Certaines espèces s'adaptent facilement en s'habituant progressivement aux éoliennes dans leur environnement, d'autres sont très farouches. Le degré de sensibilité varie selon les espèces et le stade phénologique concerné (reproduction, migration, hivernage). Farfán *et al.*, (2009), ont par exemple constaté une diminution de la fréquentation des rapaces après la construction d'un parc éolien, mais ce phénomène n'a pas été observé pour les passereaux.

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

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

Hivernants et migrants

La bibliographie est parfois contradictoire concernant les réponses comportementales des groupes de passereaux hivernants ou en halte migratoire face à la présence d'éoliennes. En Vendée, malgré les difficultés à appréhender le rôle des aérogénérateurs, après l'implantation du parc de Bouin (Dulac, 2008), certaines espèces semblent toujours fréquenter le secteur sans évolution significative de la taille des groupes (Étourneau sansonnet, Alouette des champs, Pigeon ramier, etc.) ; alors que pour d'autres espèces, une diminution du nombre d'oiseaux par groupe a été constatée (Hirondelle rustique).

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

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

Nicheurs

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

La densité des oiseaux peut également être affectée. Les travaux de Pearce-Higgins *et al.*, (2009), concernant neuf parcs éoliens au Royaume-Uni, suggèrent que les densités d'oiseaux nicheurs peuvent être réduites de 15 à 53 % dans un rayon de 500 mètres autour des éoliennes (espèces les plus touchées : Buse variable, Busard Saint-Martin, Pluvier doré, Bécassine des marais, Courlis cendré et Traquet motteux). Fernández-Bellon *et al.*, (2019), ont également mis en évidence des densités d'oiseaux plus faibles au sein de parcs éoliens, en comparaison de sites témoins.

Espèces des milieux aquatiques

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

(augmentation des distances d'évitement) pour le Courlis cendré, voire les deux types de comportement pour le Vanneau huppé (Hötker *et al.*, 2006).

Également, une capacité d'accoutumance des oiseaux d'eau nicheurs à la présence des éoliennes dans leur environnement a été documentée (Dulac, 2008), notamment chez le Canard colvert (Roux *et al.*, 2013). Toutefois, les échassiers et les oiseaux aquatiques seraient plus sensibles à ces perturbations indirectes par perte ou modifications d'habitats que d'autres (Gaultier *et al.* 2019). Roux *et al.*, (2013), ont ainsi constaté l'abandon total d'une héronnière située à proximité d'une éolienne et une forte diminution du nombre de couples installés dans une autre située à 250 mètres d'un parc éolien.

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

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

1.5.1.2 Effet barrière et contournement

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

La réaction d'évitement a l'avantage de réduire les risques de collision pour les espèces sensibles lorsque les conditions de visibilité sont favorables. En revanche, elle pourrait générer une dépense énergétique supplémentaire notable pour les migrants lorsque le contournement prend des proportions importantes (effet cumulatif de plusieurs obstacles successifs) ou quand, pour diverses raisons (mauvaises conditions météorologiques, relief, etc.), la réaction est tardive à l'approche des éoliennes (mouvements de panique, demi-tours, éclatement des groupes, etc.). Lors d'une étude par suivi GPS de 143 Courlis cendrés, il a été constaté qu'environ 70 % des individus ont présenté des comportements d'évitement (modifications des trajectoires et hauteurs de vol). Ces comportements d'évitement participent à réduire le risque de collision, mais augmentent la dépense énergétique (Schwemmer *et al.*, 2023).

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

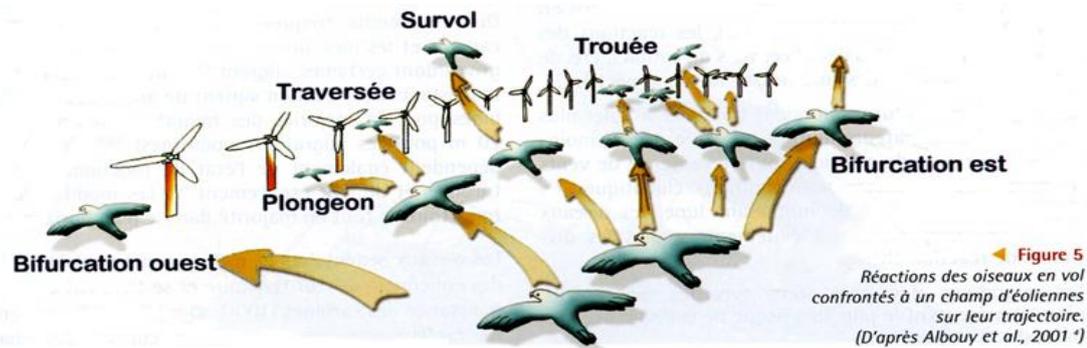


Figure 1 : Réactions des oiseaux en vol confrontés à un champs d'éoliennes sur leur trajectoire (d'après Albouy et al, 2001)

Les espèces qui sont le plus susceptibles d'être affectées par l'effet barrière sont les espèces de grande envergure, qui se déplacent à des altitudes relativement élevées (notamment à hauteur de pales) et dont le rayon d'action est vaste. Les effets semblent être plus importants pour les rapaces, les échassiers (Héron cendré), les canards et les colombidés (Pigeon ramier). Toutefois, Hötker *et al.*, (2006), indiquent un effet barrière chez les oies, les rapaces et les passereaux (hors Etourneau sansonnet et Corvidés). Par exemple, un effet barrière a ainsi été noté chez la Grue cendrée (cinq études), le Milan noir (quatre études), le Milan royal (trois études), le Busard des roseaux (quatre études), le Busard Saint-Martin (une étude), l'Oie cendrée (deux études), le Pinson des arbres (trois études) ou encore l'Hirondelle rustique (quatre études).

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

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

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

Albouy *et al.*, (2001), ont montré que toutes les espèces, quelle que soit leur taille, peuvent être « dérangées » par la présence des éoliennes (88 % des individus ont réagi en adaptant leur trajectoire). Également, les auteurs indiquent que la distance d'anticipation dépend de la taille des migrants. Ainsi,

les passereaux et les rapaces de petite envergure réagissent généralement à 100-200 mètres en amont du parc, tandis que les grands rapaces et grands échassiers s'adaptent souvent au-delà de 500 mètres. Marques *et al.*, (2020), ont montré un effet négatif des éoliennes pour les Milans noirs en migration, avec une diminution de la fréquentation des habitats dans un rayon d'environ 674 mètres autour des mâts (ce qui correspond à une surface de 143 hectares par éolienne). Le programme national « éolien-biodiversité » (LPO-ADEME-MEDDE-SER/FEE) signale que les Grues cendrées adoptent un comportement d'évitement du parc entre 300 et 1 000 mètres de distance.

L'orientation des alignements d'éoliennes a une influence sur les comportements des migrateurs qui abordent un parc éolien. Une ligne d'éoliennes parallèle à l'axe de migration principal provoque moins de modifications de comportement qu'une ligne perpendiculaire aux déplacements, réduisant ainsi les risques de collisions (Albouy *et al.*, 2001 ; Werner *et al.*, 2018). En outre, Albouy *et al.*, 2001, ont montré qu'un espace d'environ 200 mètres entre deux éoliennes semble suffisant au passage des passereaux et des rapaces de petite et moyenne envergure (faucons, éperviers, milans, Bondrée apivore) mais trop faible pour les oiseaux de plus grande envergure comme les cigognes ou le Circaète Jean-le-Blanc (aucun de ces derniers n'a été observé utilisant cet espace). Également, Roux *et al.*, (2013) ont constaté que des éoliennes implantées parallèlement au couloir de migration ne semblaient pas faire barrière aux mouvements des migrateurs. La littérature recommande de limiter l'emprise du parc sur l'axe de migration, dans l'idéal à moins de 1 000 mètres (Soufflot *et al.*, LPO, 2010 ; Marx *et al.*, LPO, 2017). Lorsque cette préconisation ne peut être respectée, il est recommandé d'aménager des trouées de taille suffisante pour laisser des échappatoires aux migrateurs. Soufflot *et al.*, (2010) évaluent la distance minimale d'une trouée à 1 000 mètres (1 250 mètres dans l'idéal, sans distinction du sens d'implantation des éoliennes). Ces mêmes auteurs recommandent également d'exclure les croisements de lignes d'éoliennes (configuration en croix, en « Y » ou en « L »).

Au-delà des couloirs de migration, il est recommandé de ne pas réaliser d'implantation perpendiculaire aux axes principaux de déplacements, et de laisser des zones de passage en cohérence avec ces axes (Drewitt & Langston, 2006, 2008). Cela peut concerner, par exemple, des trajets quotidiens entre une colonie de reproduction et des zones d'alimentation.

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

1.5.1.3 Risque de collision

La mortalité des oiseaux peut résulter de collisions avec les pales ou avec la tour de la nacelle. Les petits passereaux pourraient également subir des barotraumatismes et être projetés au sol par les turbulences créées par la rotation des pales (Gaultier *et al.*, 2019, Werner *et al.*, 2018). Il faut également noter qu'un faible taux de mortalité peut générer des incidences écologiques notables, pour les espèces menacées et pour les espèces à maturité lente et à faible productivité annuelle (Carrete *et al.*, 2009, Drewitt & Langston, 2006, 2008 ; Gaultier *et al.*, 2019). Duriez *et al.*, (2022), ont ainsi montré l'influence de la mortalité additionnelle générée par les éoliennes sur une population de Faucon crécerellette, ce qui révèle l'importance d'évaluer l'impact à l'échelle de la population, en considérant les paramètres de dynamique de populations (fécondité, taux de survie, etc.).

Les principaux facteurs influençant le risque de collision sont l'espèce (comportement, phénologie, hauteur et type de vol), la densité d'oiseaux, les caractéristiques du parc éolien (nombre d'éolienne, gabarit, agencement, éclairage), les caractéristiques du paysage, la période de l'année, et les conditions météorologiques (Powlesland, 2009, Drewitt & Langston, 2006, 2008). L'environnement du parc (milieu, topographie) serait un paramètre particulièrement important, avec des cas de collisions souvent plus nombreux dans les parcs situés à proximité des zones humides et des zones côtières, et un risque de collision pouvant également être important dans les secteurs montagneux (sommets et crêtes) ainsi que dans les zones présentant un changement de topographie marqué (Drewitt & Langston, 2008 ; Rydell *et al.*, 2012).

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

Les espèces interagissent différemment face à un parc éolien. Les espèces plus sensibles à l'effarouchement (limicoles, anatidés, grues, aigles, etc.), plus méfiantes vis-à-vis des éoliennes en mouvement, seraient par conséquent moins sensibles au risque de collision. Les espèces moins farouches seraient potentiellement plus sensibles à la mortalité par collision avec les pales (milans, buses, Faucon crécerelle, busards, martinets, hirondelles, etc.). Cependant, les rapaces, les laridés, les ardéidés, les anatidés et les passereaux migrateurs nocturnes sont généralement considérés comme les plus exposés au risque de collision avec les turbines (Powlesland, 2009 ; Souflot, 2010).

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

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



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

©Encis Environnement

1.5.2 Chiroptères

1.5.2.1 Généralités

Notion et tendance de population chez les chiroptères

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

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

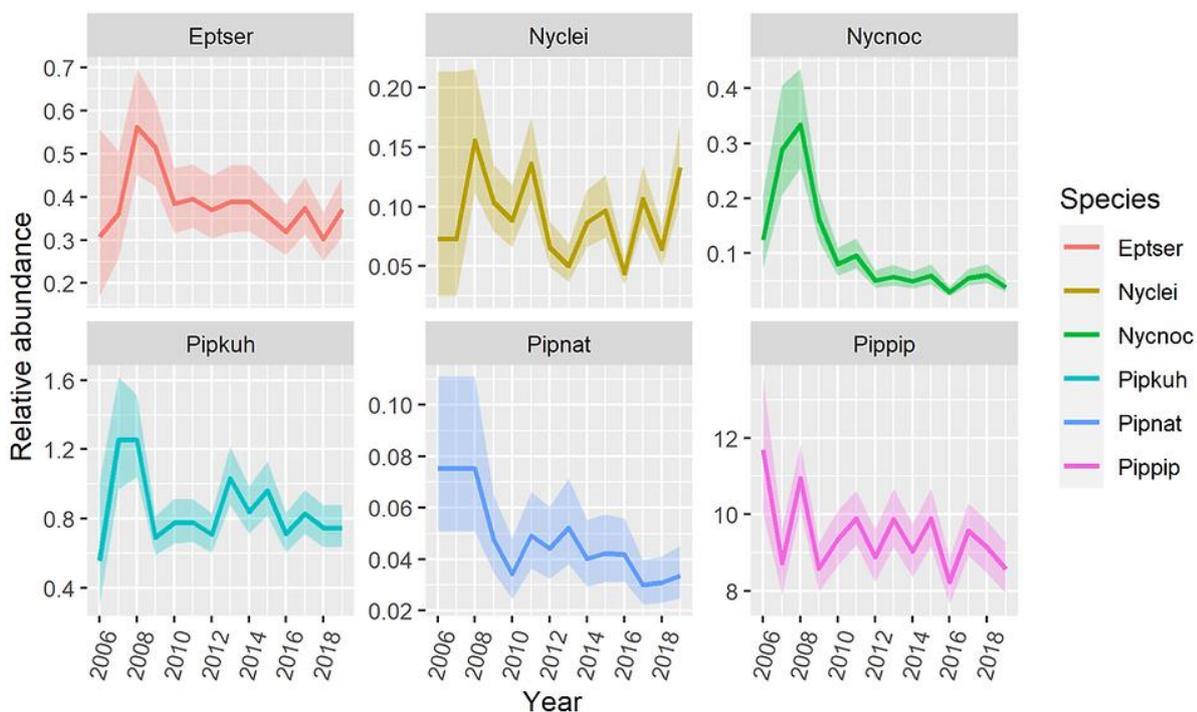


Figure 2 : Tendances des populations pour six espèces de chauves-souris en France entre 2006 et 2018 (Bas *et al.*, 2020)

Impacts de l'éolien sur les chiroptères

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

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

1.5.2.2 Perte et/ou altération d'habitat

Perte directe ou destruction d'habitats

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

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

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

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

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

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

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

Certaines études relèvent également la possibilité d'abandon des zones de chasse des espèces les plus sensibles aux ultrasons émis par les éoliennes, à l'instar de la Sérotine commune (Bach 2001 ; 2002

et 2003 ; Bach & Rahmel 2004). L'étude la plus récente sur le sujet (Brinkmann *et al.*, 2011) indique qu'une perte d'habitat ou un évitement de la zone concernée pourrait avoir lieu à cause de ces émissions d'ultrasons.

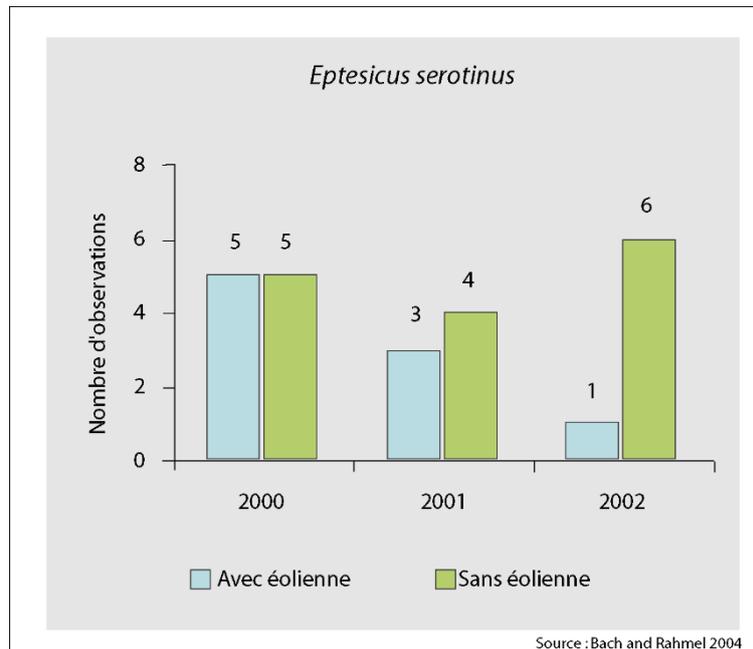


Figure 3 : Diminution de l'activité de la Séroline commune sur le parc éolien de Midlum (Bach & Rahmel 2004)

Perte des voies de migration ou des corridors de déplacement

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

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

Parallèlement, à la perte de voies de migration, il existe une perte de corridors de déplacement à l'échelle locale. Cette dernière est également susceptible de provoquer un abandon de gîtes pouvant engendrer une augmentation des dépenses énergétiques due à l'évitement des parcs et à la modification des corridors (Bach *et al.*, 2003 et Dubourg-Savage 2005). De nombreuses espèces sont ainsi susceptibles d'être impactées par la modification des corridors de déplacements locaux (Barré *et al.*, 2018 ; Roemer *et al.*, 2017 ; Roেকেle *et al.*, 2016).

1.5.2.3 Mortalité directe et indirecte

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

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

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

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

Mortalité directe et indirecte

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

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

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

Trois autres phénomènes sont à relater bien que moins mentionnés dans la littérature scientifique. La rotation des pales d'éoliennes pourrait provoquer un vortex (tourbillon d'air) susceptible de piéger les chauves-souris passant à proximité (Horn *et al.*, 2008). De même, les courants d'air créés par la rotation des pales seraient susceptibles d'entraîner des torsions du squelette des chiroptères passant à proximité des pales, ce qui pourrait aboutir à des luxations ou des fractures des os alaires (Grotsky *et al.*, 2011). Enfin, Horn *et al.*, (2008) ont observé des cas de collision sublétale où des individus percutés par des pales ont continué à voler maladroitement. Ce type de collision aboutissant certainement au décès des individus en question, ne serait ainsi pas comptabilisé dans les suivis de mortalité opérés dans un rayon proche des éoliennes, puisque les cadavres se trouveraient alors à bonne distance du site.

Facteurs influençant la mortalité

La sensibilité des chiroptères à l'éolien

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

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

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

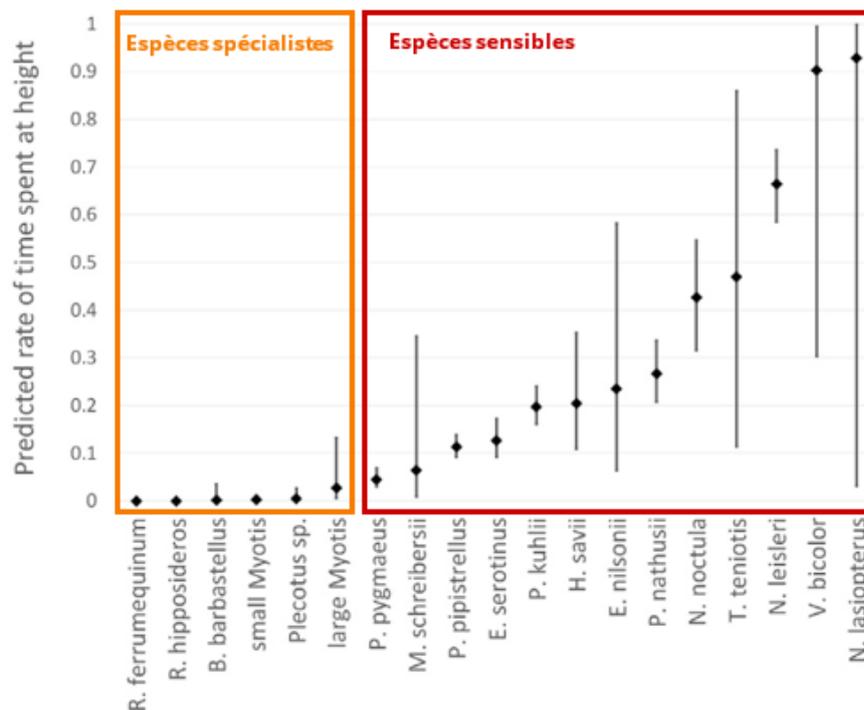


Figure 4 : Ration du temps passé en hauteur pour chaque espèce de chiroptères (Adapté de Roemer *et al.*, 2017).

La caractéristiques morphologiques et biologiques des chauves-souris

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

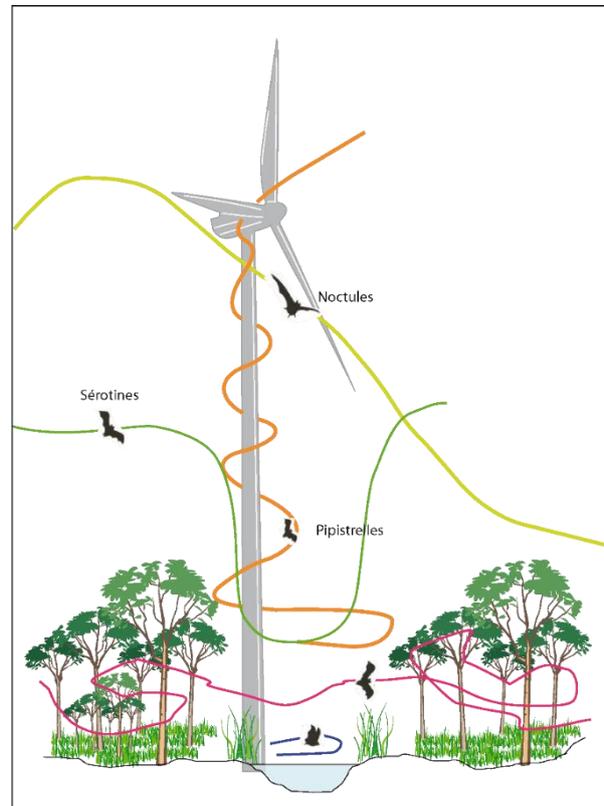


Figure 5 : Représentation schématique des comportements de vols de chauves-souris à proximité d'une éolienne

La saisonnalité et le comportement des chiroptères

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

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

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

Les conditions météorologiques et le cycle circadien

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

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

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

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

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

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

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

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

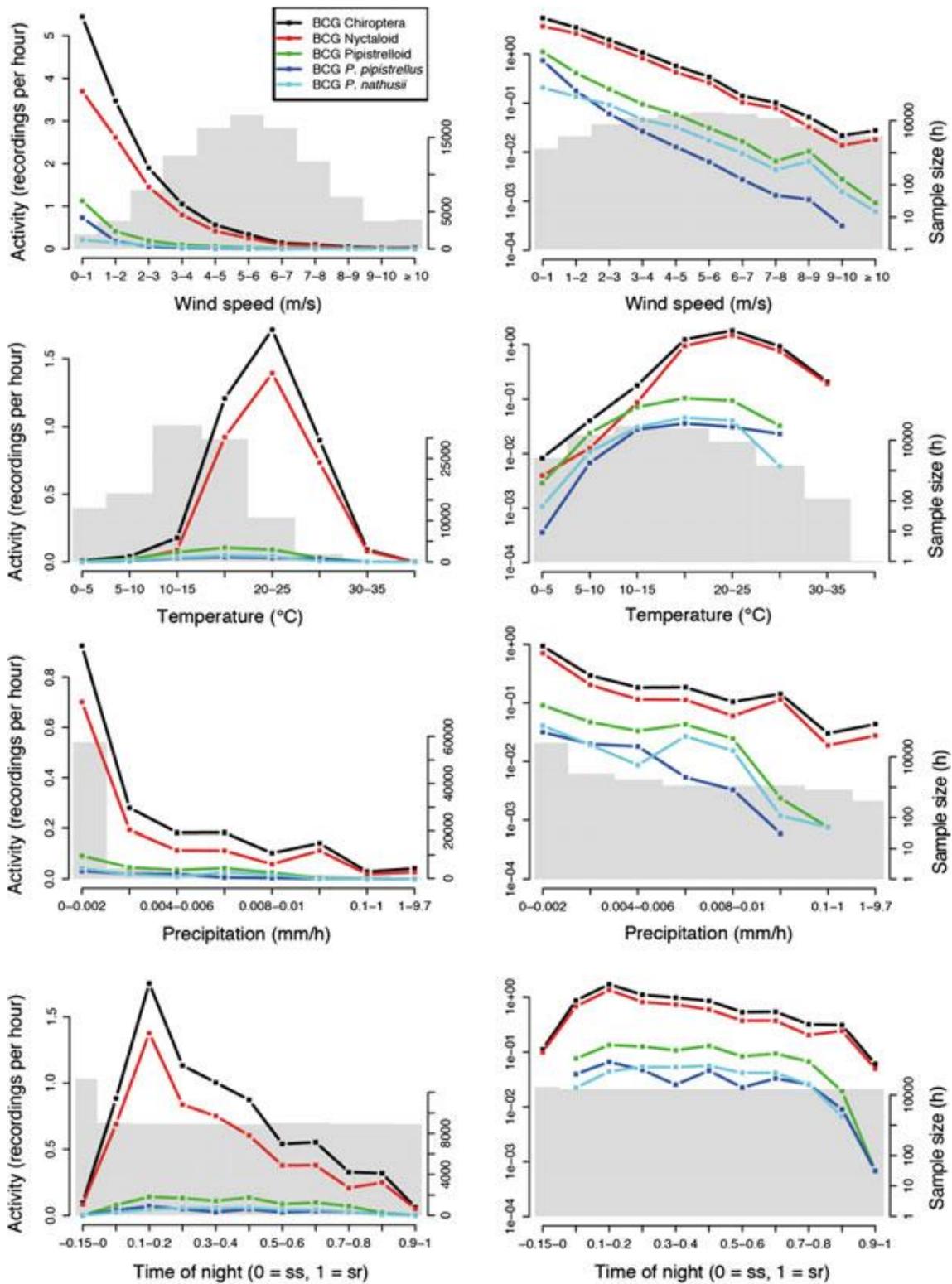


Figure 6 : Effet de différents paramètres sur l'activité des chiroptères mesurée en nacelle d'éolienne (sur 69 éoliennes dans 35 sites dans 5 différentes régions naturelles en Allemagne en 2008) (Behr et al., 2017)

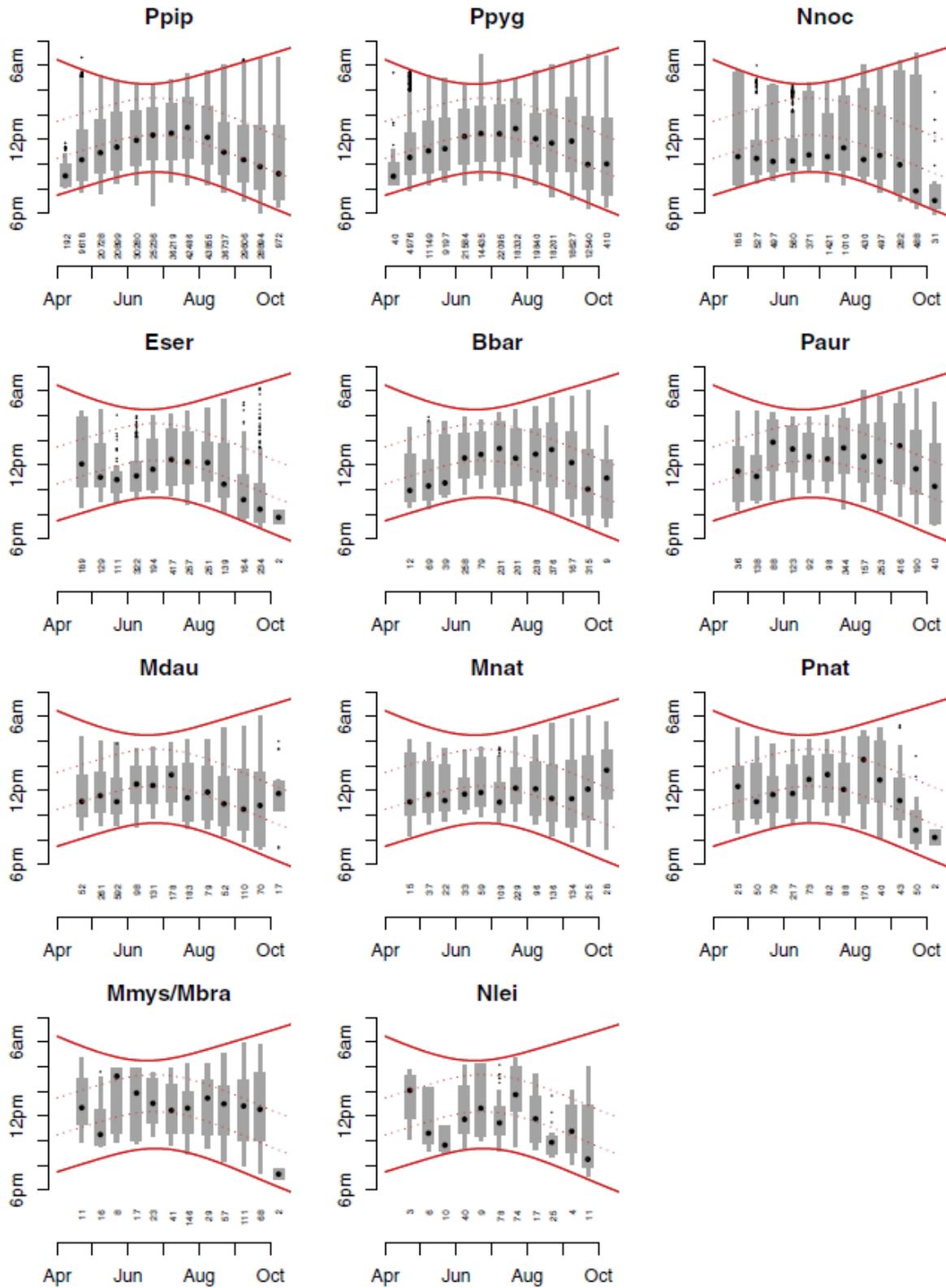


Figure 7 : Modèles d'activité nocturne de plusieurs espèces de chiroptères tout au long de la saison par rapport au coucher du soleil (Newson et al., 2015)

Le type d'habitats

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Le modèle d'éolienne

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

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

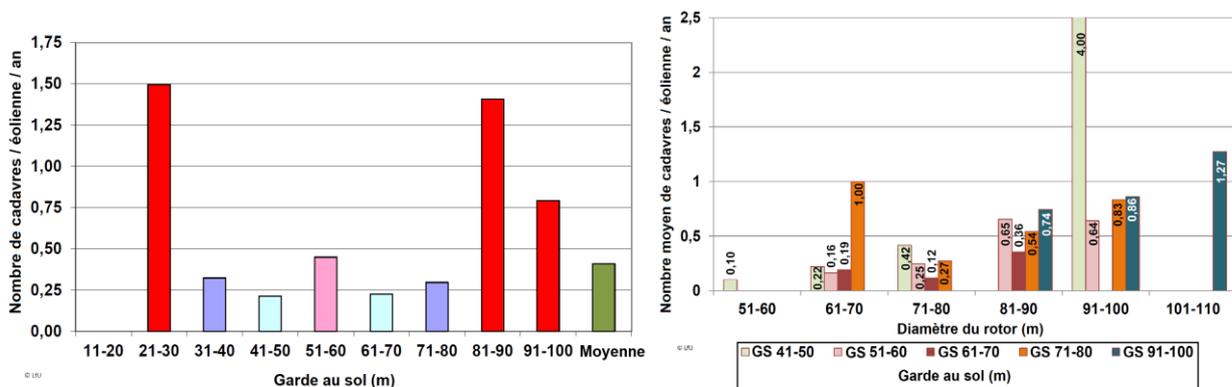


Figure 8 : Nombre de mortalités de chauves-souris par éolienne et par an en fonction de la garde au sol et du diamètre de rotor (Traduit de Dürr 2019, SFPEM 2020)

Ainsi, en 2020, la SFPEM préconise :

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

Les phénomènes d'attractions

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

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

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

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

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

Conséquences de la mortalité sur les populations de chiroptères

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

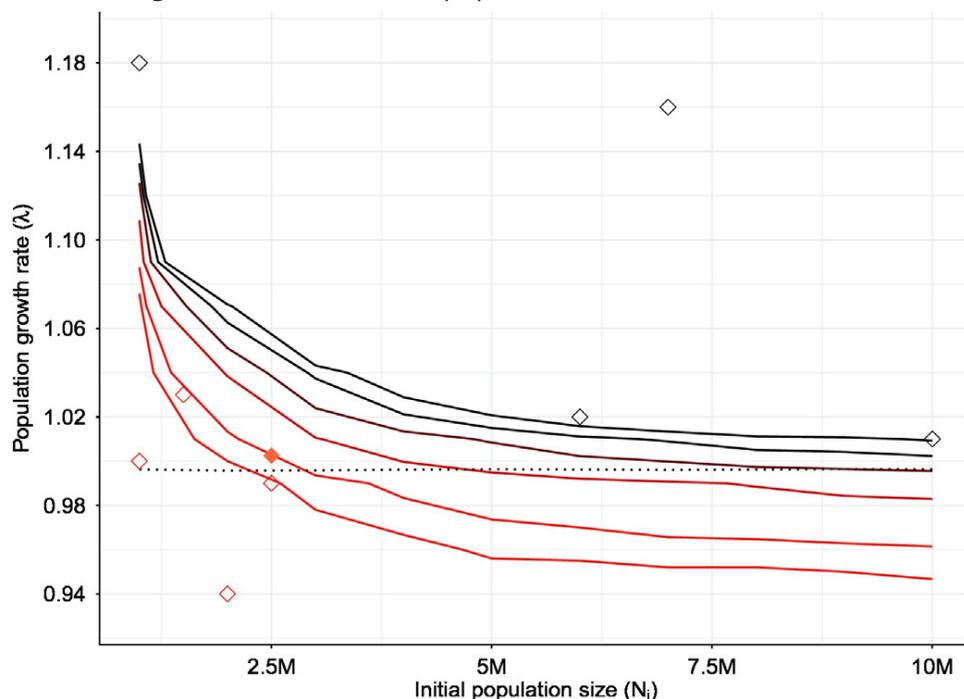


Figure 9 : Contours isolignes des déclinés de population projetés après 50 ans de croissance simulée avec une mortalité proportionnelle des chauves-souris cendrées causées par les éoliennes selon des combinaisons de tailles de population initiales possibles (N_i) et de taux de croissance de population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

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

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

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



2 Méthodes utilisées

2.1 Méthodologie et démarche générale

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

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

Avifaune

Il est possible de déterminer un **indice de sensibilité** des espèces d'oiseaux vis-à-vis du risque de collision en se basant sur les cas de mortalité recensés en Europe (Dürr, 2023) et sur l'abondance des espèces (BirdLife International, 2021). Un niveau de sensibilité de 0 à 4 a ainsi été attribué à chaque espèce présente en Europe.

Ainsi, trois rapaces sont définis comme les espèces les plus sensibles (niveau 4). Il s'agit du Vautour fauve, du Milan royal et du Pygargue à queue blanche. 19 espèces, dont l'Aigle royal, le Circaète Jean-le-Blanc, le Grand-duc d'Europe, le Balbuzard pêcheur, le Faucon pèlerin et le Faucon crécerelle atteignent le niveau de sensibilité 3 (tableau complet en annexe).

Chiroptères

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

Un premier suivi environnemental a été réalisé en 2020 à la mise en service du parc éolien, conformément à son arrêté préfectoral (mortalité d'avril à octobre et écoutes d'août à novembre). Ce premier suivi ayant mis en évidence une mortalité de chiroptères nécessitant le renforcement du bridage des machines, un deuxième suivi a été préconisé en 2021 (mars à novembre). Ce dernier a également mis en évidence une mortalité trop importante, notamment avec la mise en place tardive du

bridage le 7 septembre 2021. Un troisième suivi a donc été réalisé en 2022. Suite à ce dernier, BRINAY ENERGIES a décidé de mettre en place le système ProBat sur l'ensemble du parc éolien. Afin d'évaluer l'efficacité de ce système, de nouveaux suivis d'écoutes en hauteur et de mortalité sont réalisés en 2023.

Le présent rapport comprend les résultats des suivis réalisés en 2023. Les résultats des suivis précédents seront également présentés afin d'être comparés à ceux de 2023.

2.2 Suivi d'activité des chiroptères

2.2.1 Objectif et paramètres à prendre en compte

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

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

2.2.2 Méthodologie et pression d'inventaire

2.2.2.1 Système ProBat (Sens Of Life)

En mai 2023, BRINAY ENERGIES a équipé le parc éolien de Coulanges du système ProBat (Sens Of Life). « *Ce dispositif est un système de régulation dynamique des éoliennes pour la préservation des chiroptères. Il combine une analyse prédictive de l'activité des chiroptères à une détection en temps réel fournie par un ou plusieurs enregistreurs. ProBat permet de concilier préservation des chiroptères et productible avec des arrêts beaucoup plus ciblés comparativement à un bridage sur seuil classique qu'il peut remplacer* » (Source : Sens Of Life).

Ce dispositif de régulation a pour objectif la préservation de 90 % de l'activité des chiroptères en temps réel, à l'instar de l'arrêt programmé préconisé par Encis Environnement dans le rapport 2022. Le fonctionnement du dispositif ProBat est décrit ci-après et prendra le pas sur l'arrêt programmé en place jusqu'ici. Si des cas de mortalités trop importants étaient constatés lors du suivi de la mortalité durant le fonctionnement de ce dispositif, l'arrêt programmé des éoliennes pourra être remis en place afin de protéger plus efficacement les chiroptères.

Ainsi, « *les sons détectés par le TrackBat en nacelle sont analysés automatiquement en temps réel et seul l'indice d'activité (nombre de contacts par minute, toutes espèces confondues) est transmis vers le serveur Sens Of Life centralisant les risques. Il utilise cette donnée pour pondérer le risque de collision, défini théoriquement par l'activité en temps réel, dans l'objectif de préserver 90 % des contacts de chiroptères enregistrés. Ainsi, si durant les 60 dernières minutes, 6 minutes ont enregistré une activité de chiroptères, le risque dépasse alors 10 % et l'éolienne est mise à l'arrêt. Cette moyenne est glissante sur la durée.* » (Source : Sens Of Life).

Sur le parc de Coulanges, le suivi sera effectué par deux enregistreurs collectant l'activité ultrasonore en nacelle des éoliennes E3 et E6.

La figure ci-dessous permet de comprendre le principe de fonctionnement du système.

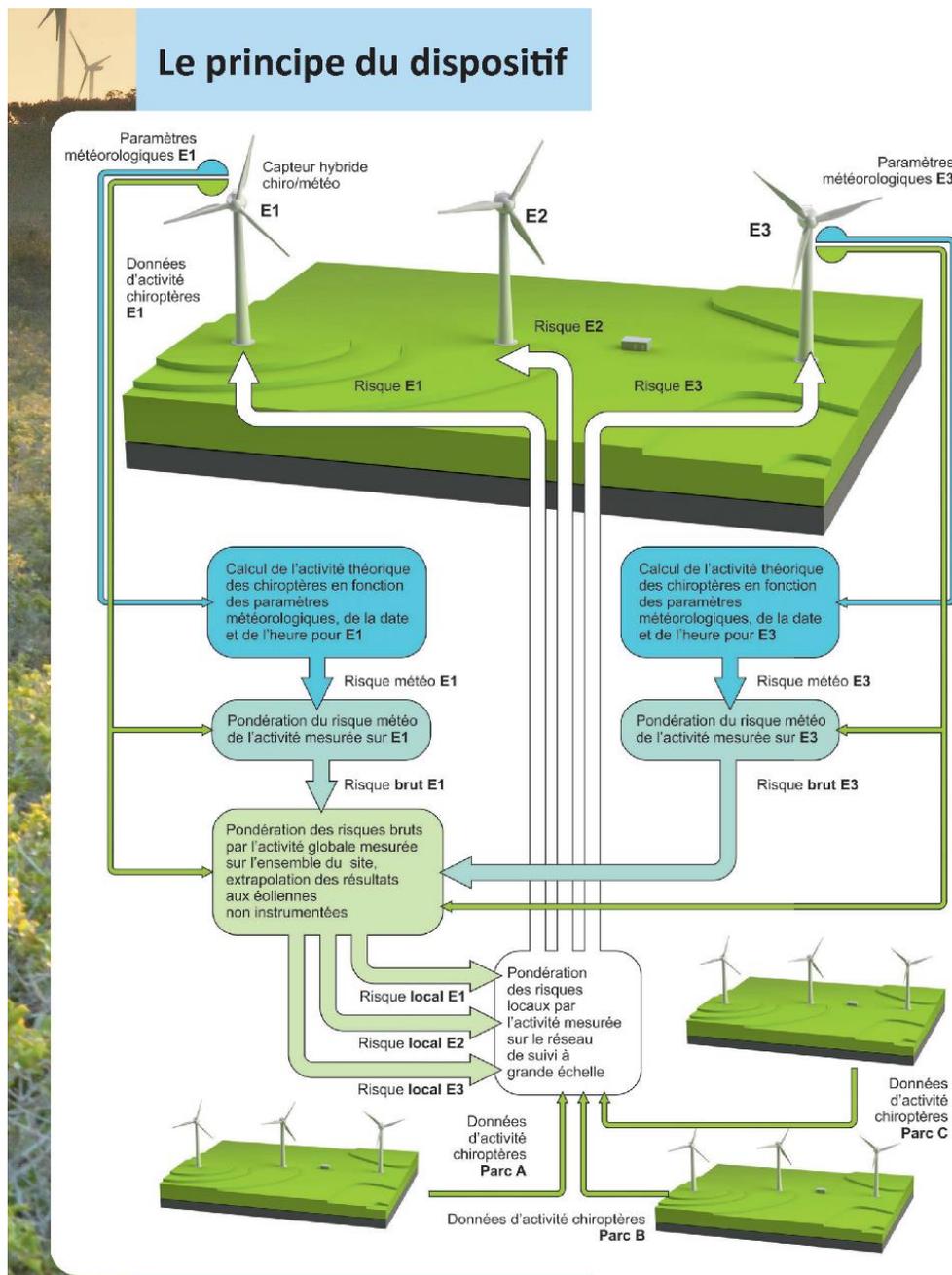


Figure 10 : Schéma de principe du système ProBat (Sens Of Life)

Après démonstration de l'efficacité de ce dispositif sur la base de retours d'expériences sur d'autres parcs gérés par l'exploitant et du suivi de la mortalité mené sur le site, la régulation des éoliennes en temps réel en fonction de l'activité chiroptérologique se substituera à la mesure d'arrêt programmé adapté à l'activité chiroptérologique sur le site.

2.2.2.1.1 Matériel et période d'inventaire

Un enregistreur automatique (TrackBat) est placé à l'intérieur de la nacelle de chacune des deux éoliennes équipées (E3 et E6).

Plus précisément, « *Le TrackBat est un enregistreur autonome de l'activité des chiroptères par microphone ultrasonore pouvant contenir jusqu'à un an de donnée. Il peut être installé en nacelle d'éolienne et permet la détection et la classification des chiroptères contactés sur un site durant toute la période d'activité.* » (Source : Sens Of Life).

Les enregistrements en nacelles pour l'année 2023 sont effectués du 20 avril au 31 octobre 2023.

2.2.2.1.2 Méthode d'analyse des résultats

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

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

Analyse automatique des données brutes

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

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

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

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

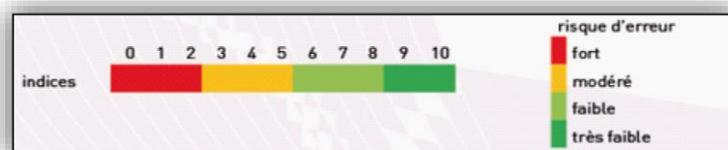


Figure 11 : Indices de confiance établis par SonoChiro® et risques d'erreurs associés

Vérification des résultats par un chiroptérologue

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

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

Corrélation des données chiroptérologiques, météorologiques et astronomiques

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

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

2.2.2.1.3 Localisation des protocoles effectués

Le tableau suivant présente les habitats dans lesquels les TrackBat ont été installés.

Éolienne	Habitat	Type de milieu
E3	Culture	Ouvert
E6	Culture	Ouvert

Tableau 1 : Habitat et type de milieu inventorié

La cartographie suivante permet de rappeler la position des TrackBat sur les éoliennes du parc de Coulanges.



Carte 3 : Localisation et dénomination des dispositifs TrackBat

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

2.3.1 Principes et objectif

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

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

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

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

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

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

2.3.2 Protocole utilisé

2.3.2.1 Pression d'inventaires

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

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

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

L'étude d'impact ne soulève pas d'enjeux nécessitant la mise en place d'un renforcement du suivi établi par défaut d'après le protocole national (2018).

Dans le cas du parc de Coulanges, la pression d'inventaire a été définie pour répondre aux modalités prévues initialement et validées dans l'arrêté d'autorisation environnementale (n° 2017-1-0588 du 30 mai 2017 portant sur l'autorisation d'exploitation du parc). La mise en place des inventaires 2020 a finalement montré une mortalité significative et la nécessité d'appliquer des mesures correctrices (programmation préventive des éoliennes).

Ainsi, Brinay Énergies a demandé à ENCIS Environnement de lancer une deuxième année de protocoles sur l'année 2021, puis une troisième année de protocoles sur l'année 2022, ainsi qu'une quatrième année de protocoles sur l'année 2023, afin de pouvoir produire un protocole de suivi complet et montrer l'efficacité des mesures mises en place.

Au total sur l'année 2023, 26 prospections ont été réalisées dans le cadre du suivi de la mortalité, à raison d'une prospection par semaine, entre les semaines 18 et 43. Le calendrier complet des sorties est présenté en annexe.

2.3.2.2 Nombre d'éoliennes prospectées

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

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

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

2.3.2.3 Surface et méthode d'échantillonnage

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

Dans le cadre de ce suivi, pour chaque éolienne, un carré de 130 mètres de côté a ainsi été défini comme surface échantillon. La surface théorique d'échantillonnage couvre ainsi une surface de 16 900 m² par éolienne suivie.

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

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

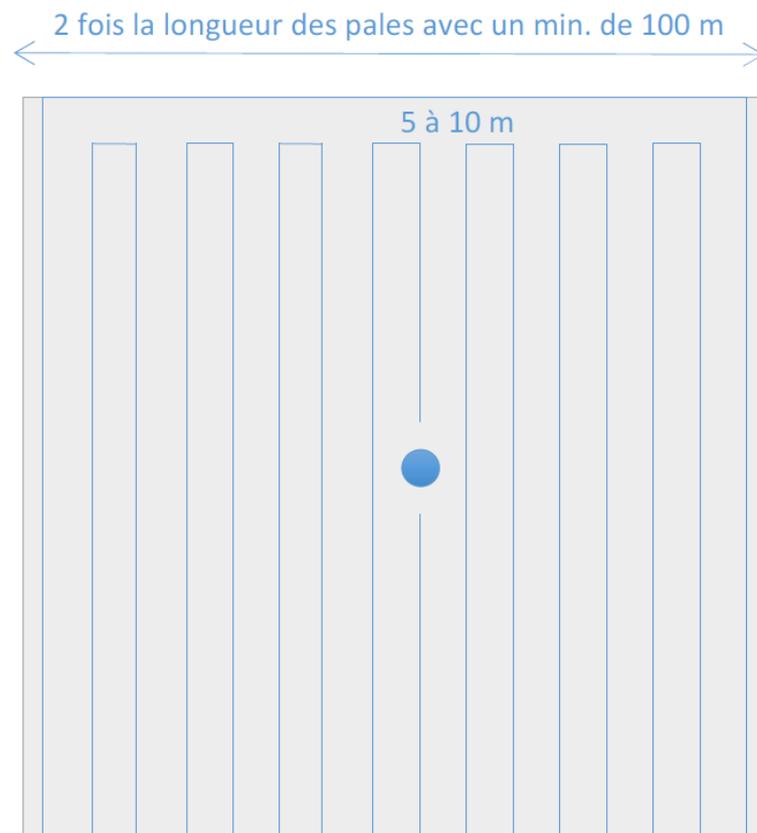


Figure 12 : Schéma du parcours théorique au pied d'une éolienne

Au cours de chaque prospection du suivi mortalité une fiche de données est complétée par le chercheur (cf. annexes).

2.3.2.4 Découverte de cadavres

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

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

2.3.3 Déclaration d'incident faune volante

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

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

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

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

2.3.4 Détermination du statut biologique

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

2.3.5 Méthodes d'estimation de la mortalité

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

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

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

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

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

2.3.5.1 Durée moyenne de l'intervalle (I)

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

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

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

2.3.5.2 Test d'efficacité

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

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

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

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

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

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

Test	Date	Nombre cadavres déposés		
		Petit (souris)	Gros (poussins)	Total
Test 1	20/06/2023	19	7	26
Test 2	26/09/2023	16	10	26
Total		35	17	52

Tableau 2 : Paramètres des tests de d'efficacité effectués sur l'année de suivi

2.3.5.3 Test de persistance

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

À la suite du test d'efficacité les cadavres leurres sont laissés sur place. Plusieurs prospections ont lieu les jours suivants, à J+1, J+3, J+6, J+9, J+13, J+16 ou jusqu'à la disparition des cadavres. Cela permet d'estimer la durée de persistance des cadavres dans le milieu.

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

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

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

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

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

2.3.5.4 Correction surfacique

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

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

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

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

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

2.3.5.5 Estimation de la mortalité

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

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

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

- Préciser l'incertitude de l'estimation de la mortalité.

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

2.3.5.5.1 Protocole « Erickson »

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

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

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

2.3.5.5.2 Protocoles « Jones » et « Huso »

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

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

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

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

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

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

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

« Jones »

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

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

Ainsi, Jones définit le taux de persistance comme suit :

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

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

Ainsi :

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

« Huso »

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

Ainsi, Huso définit le taux de persistance comme suit :

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

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

Ainsi :

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

2.3.5.6 Postulat de chaque méthode d'estimation

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

Tableau 3 : Postulats de chaque méthode d'estimation

2.4 Limites des méthodes utilisées et difficultés rencontrées

2.4.1 Limites des méthodes employées

2.4.1.1 Limites des méthodes employées pour le suivi des chiroptères

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

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

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

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

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

2.4.1.2 Limites des méthodes employées pour le suivi de la mortalité

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

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

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

- La surface de prospection est un carré comprenant la totalité de la zone de survol des pales (coté au moins égal à deux fois la longueur d'une pale). Il est possible que des individus soient éjectés en dehors de cette zone ou soient blessés et meurent à une distance bien plus

éloignée. Il s'agit du « crippling loss », un biais peu étudié et non pris en compte dans les différentes méthodes d'estimation.

- L'efficacité du chercheur peut être limitée par les conditions météorologiques. Toutefois, ce biais est réduit car les sorties sont réalisées autant que possible lorsque la météo est favorable.

2.4.2 Difficultés rencontrées

2.4.2.1 Suivi des chiroptères

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

Concernant le suivi en nacelle via les TrackBat, **de nombreux problèmes techniques sont survenus au cours de l'année**. En effet, suite à une mise à jour du software du système ProBat, les données chiroptérologiques d'avril à août 2023 ont été partiellement perdues et n'ont pu être récupérées dans leur totalité. Les données acquises sur les deux enregistreurs pendant cette période ne sont donc pas représentative de l'activité réelle à hauteur de nacelle sur le parc de Coulanges. De plus, les enregistrements du dispositif placé sur l'éolienne E3 s'arrêtent le 17 septembre 2023, tandis que ceux du dispositif de l'éolienne E6 s'arrêtent le 23 octobre 2023. Il est donc fortement probable qu'un autre problème d'enregistrement se soit produit sur le premier dispositif, entraînant une nouvelle perte de données pendant la période automnale.

Un autre problème possible est l'enregistrement par les dispositifs TrackBat de sons qui ne proviennent pas de chiroptères. Ces sons « parasites » peuvent être dû à des bruits de l'environnement nocturnes et notamment des éoliennes. Quelques centaines de sons parasites ont été enregistrés au cours de cet inventaire.

Ces difficultés modifient nettement les conclusions globales des analyses sur le comportement, la diversité et la quantité des chiroptères présents en vol à hauteur de nacelle sur le parc de Coulanges.

2.4.2.2 Suivi de la mortalité

Les conditions météorologiques (pluie et vent) ont pu limiter la détection des cadavres lors des sorties du 2 août 2023 et du 25 octobre 2023.



3 Résultats et analyse du suivi d'activité des chiroptères

3.1 Bilan des connaissances de l'étude d'impact

Lors de l'étude d'impact de la ferme éolienne de Coulanges, réalisée en 2016 par le bureau d'étude Envol Environnement, l'ensemble du cycle annuel des chauves-souris a été étudié.

Les protocoles utilisés ont permis d'établir une liste de 14 espèces, avec des enjeux pour les espèces de lisières ubiquistes, comme la Barbastelle d'Europe, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl. Des sensibilités fortes sont détectées pour plusieurs espèces comme la Noctule commune ou encore la Pipistrelle de Nathusius. Les suivis comportementaux des précédentes études et de la présente cible précisément l'activité des chiroptères au niveau des rotors. Cela a permis d'étoffer les résultats de l'étude d'impact, en particulier sur le groupe des espèces de haut vol, comme les noctules.

Les conclusions de l'étude d'impact sont présentées dans les figures suivantes.

Figure 107 : Tableau de calcul des sensibilités chiroptérologiques vis-à-vis de l'éolien (espèces recensées sur le site)

Espèces	Mortalité connue en Europe	Score relatif à la mortalité	Présence à 50 mètres de hauteur	Enjeux			Sensibilités		
				Milieux ouverts	Milieux semi-ouverts	Milieux fermés	Milieux ouverts	Milieux semi-ouverts	Milieux fermés
Barbastelle d'Europe	0,06%	10	0	13	20	19	23	30	29
Grand Murin	0,07%	10	0	0	7	6		17	16
Murin à moustaches/Brandt	0,06%	10	0	0	0	7			17
Murin de Daubenton	0,13%	10	0	7	13	0	17	23	
Murin de Natterer	0,00%	0	0	0	4	4		4	4
Noctule commune	15,79%	40	0	7	7	0	47	47	
Noctule de Leisler	6,36%	30	0	0	6	0		36	
Oreillard gris	0,10%	10	0	7	0	4	17		14
Oreillard roux	0,10%	10		5	0	0	15		
Pipistrelle commune	20,77%	40	0	14	14	14	54	54	54
Pipistrelle de Kuhl	3,61%	20	0	7	9	10	27	29	30
Pipistrelle de Nathusius	14,37%	40	0	0	14	8		54	48
Pipistrelle pygmée	2,71%	20	0	0	4	4		24	24
Sérotine commune	1,32%	20	0	5	9	7	25	29	27
TOTAL				39	90	71	225	347	263

Légende :

Mortalité 0 = Aucune mortalité 10 = 0% ≤ mortalité connue < 0,5% 20 = 0,5% ≤ mortalité connue < 3,7% 30 = 3,7% ≤ mortalité connue < 9,1% 40 = 9,1% ≤ mortalité connue	Ecoute en altitude 0 = Espèce non détectée en hauteur 40 = Espèce détectée en hauteur	Sensibilité par espèce Très fort 60 ≤ x Fort 45 ≤ x < 60 Modéré 30 ≤ x < 45 Faible 15 ≤ x < 30 Très faible x < 15	Sensibilité par habitat Très fort 350 ≤ x Fort 230 ≤ x < 350 Modéré 150 ≤ x < 230 Faible 70 ≤ x < 150 Très faible x < 70
---	--	---	--

Figure 13 : Tableau de synthèse des enjeux et des sensibilités chiroptérologiques (Envol Environnement, 2016)

7.2.2. Analyse des sensibilités chiroptérologiques

Nous déterminons deux types de sensibilité chiroptérologique :

- La sensibilité spécifique par espèce.
- La sensibilité chiroptérologique du site.

1- La sensibilité spécifique par espèce :

Une sensibilité forte est définie pour la **Pipistrelle de Nathusius**. Cette sensibilité s'explique surtout par l'exposition élevée de la Pipistrelle de Nathusius aux risques de barotraumatisme et de collisions avec les éoliennes en Europe (958 cas référencés en Europe à fin 2015, soit 14,37% des cas de mortalité connus, selon T. Dürr, 2015). L'espèce est peu présente dans l'aire d'étude rapprochée. Elle n'a été contactée qu'en période de mise-bas et depuis un seul point d'écoute. Il est aussi possible qu'elle ait été contactée en faible nombre en période des transits printaniers (l'identification de l'espèce n'a pu être certaine).

Est aussi définie une sensibilité forte pour la **Pipistrelle commune** dans l'ensemble des milieux échantillonnés dans l'aire d'étude rapprochée. L'espèce est très commune et très répandue en France et en région mais demeure le chiroptère le plus couramment victime de barotraumatisme et de collisions avec les éoliennes en Europe (1 385 cas référencés en Europe à fin 2015, soit 20,77% des cas de mortalité connus, selon T. Dürr, 2015). Elle est très active sur l'ensemble du site, surtout au niveau des lisières de boisements.

La **Noctule commune** présente une forte sensibilité. En termes de collisions, c'est l'espèce la plus touchée en Europe après la Pipistrelle commune alors qu'elle est largement moins répandue. Rappelons que c'est une espèce quasi-menacée en France. Elle n'a été détectée qu'en mise-bas en trois points. Son activité a été plus forte en lisière de boisement.

Un niveau de sensibilité modéré est défini pour la **Noctule de Leisler**. Elle n'a été contactée qu'en mise-bas, depuis un seul point d'écoute: le long d'une lisière. Il s'agit d'une espèce qui présente une exposition relativement élevée aux risques de collisions/barotraumatisme.

Une sensibilité modérée est également définie pour la **Barbastelle d'Europe** en milieu semi-ouvert et pour la **Pipistrelle de Kuhl** au sein des boisements. La Barbastelle est très présente au sein de ces milieux semi-ouverts mais peu exposée aux collisions/barotraumatisme.

Notons qu'aucune espèce n'a été détectée en altitude lors des protocoles altitude.

2- La sensibilité chiroptérologique du site :

La sensibilité chiroptérologique de la zone du projet s'établit à un niveau **fort au niveau des lisières et des boisements**. La sensibilité nettement supérieure des milieux semi-ouverts est fortement influencée par la diversité supérieure des espèces recensées dans ces milieux et la présence des trois chiroptères jugés les plus sensibles à l'éolien dans ces territoires : la **Noctule commune**, la **Pipistrelle commune** et la **Pipistrelle de Nathusius**. Ainsi, nous préconisons de respecter une distance de 100 mètres vis-à-vis des lisières (canopée-bas de pale) et de respecter une distance de 50 mètres vis-à-vis de la haie qui traverse le site du Nord-ouest au Sud-est (canopée-bout de pale). Un niveau de sensibilité chiroptérologique modéré est attribué aux espaces ouverts de l'aire d'étude.

Figure 14 : Espèces sensibles au risque de collision et synthèse des enjeux (Envol Environnement, 2016)

D'après l'étude d'impact de 2016, les sensibilités en phase d'exploitation du parc éolien de Coulanges sur les chiroptères sont considérées comme fortes pour la Pipistrelle commune, modérées pour la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule commune et faibles pour les autres espèces.

Les résultats des suivis réalisés sont comparés aux résultats de l'étude d'impact afin d'observer les impacts réels du parc. De plus, les quatre suivis sont comparés entre eux afin d'observer l'évolution des impacts sur les espèces.

3.2 Suivi de l'activité des chiroptères en 2023

3.2.1 Suivi ultrasonique automatique permanent en nacelle

Les résultats présentés dans cette partie correspondent aux inventaires réalisés à l'aide de deux détecteurs automatiques d'ultrasons de type TrackBat, installés au niveau des nacelles des éoliennes E3 et E6. Ces inventaires sont réalisés en continu durant les périodes les plus importantes du cycle biologique des chiroptères, du 20 avril au 31 octobre 2023. Toutefois, en raison des problèmes d'enregistrements survenus, de nombreuses données concernant un grand nombre de nuits d'écoute ont été perdues. Les résultats décrits ci-après ne sont alors pas représentatifs de l'activité réelle sur le site.

Les dispositifs sont donc restés installés durant 194 nuits mais seulement une infime partie des nuits a enregistré des contacts de chauves-souris. Les informations sur les nuits où les enregistrements n'ont pas fonctionné ne sont pas datées, et ne nous permettent donc pas de garantir si l'absence de contact est bien réelle ou liée à un dysfonctionnement. Par conséquent, **l'analyse des résultats est limitée et non représentative.**

3.2.1.1 Diversité et activité spécifique enregistrée

3.2.1.1.1 Résultats obtenus sur l'ensemble du cycle

Le tableau suivant présente les résultats issus des analyses du logiciel Sonochiro®. Ces données ont été vérifiées par un chiroptérologue afin d'obtenir une liste d'espèces dont la présence est certifiée, et la grande majorité des contacts ont été vérifiés.

Genre	Espèces	Total des contacts sur E3	Total des contacts sur E6
<i>Barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	-	4
<i>Eptesicus</i>	Sérotine commune	1	-
<i>Nyctalus</i>	Grande Noctule	1	-
	Noctule commune	45	185
	Noctule de Leisler	241	525
<i>Pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	87	96
	Pipistrelle de Kuhl	39	100
	Pipistrelle de Nathusius	5	4
	Pipistrelle pygmée	-	17
<i>Plecotus</i>	Oreillard roux	3	-
<i>Recensements n'ayant pas pu être déterminés à l'espèce</i>			
<i>Eptesicus / Nyctalus</i>	Sérotine / Noctule sp.	2	2
Total	10 espèces	424	933

Tableau 4 : Répartition du nombre de contacts par espèce pour les éoliennes E3 et E6

La diversité spécifique inventoriée par le protocole d'écoute permanente sur nacelle d'éolienne est qualifiée de modérée pour un milieu en hauteur, avec la présence de dix espèces identifiées de manière certaine, dont huit pour l'éolienne E3 et sept espèces pour l'éolienne E6.

En hauteur, on constate une cohérence avec la bibliographie disponible, au travers d'une plus forte proportion des espèces dites de haut-vol ou de lisière généralistes (Noctule de Leisler, Noctule commune et pipistrelles) qui totalisent presque toute l'activité. Les espèces plus forestières comme la Barbastelle d'Europe et l'Oreillard roux sont très peu présentes en hauteur.

Ainsi, la Noctule de Leisler regroupe la majorité des contacts avec 57 % du total sur les deux dispositifs. La Noctule commune, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl suivent avec respectivement 11 % ; 21 % et 9 % de l'activité en hauteur sur le dispositif de l'éolienne E3 et 20 %, 10 % et 11 % sur le dispositif de l'éolienne E6. Toutes les autres espèces sont peu représentées avec moins de 2 % des contacts pour chacune des espèces et sur chaque dispositif.

On notera donc la forte présence des noctules et particulièrement de la Noctule de Leisler, en comparaison des autres espèces. Les noctules sont des espèces sensibles à l'éolien spécialisées dans le vol en hauteur et sont également migratrices.

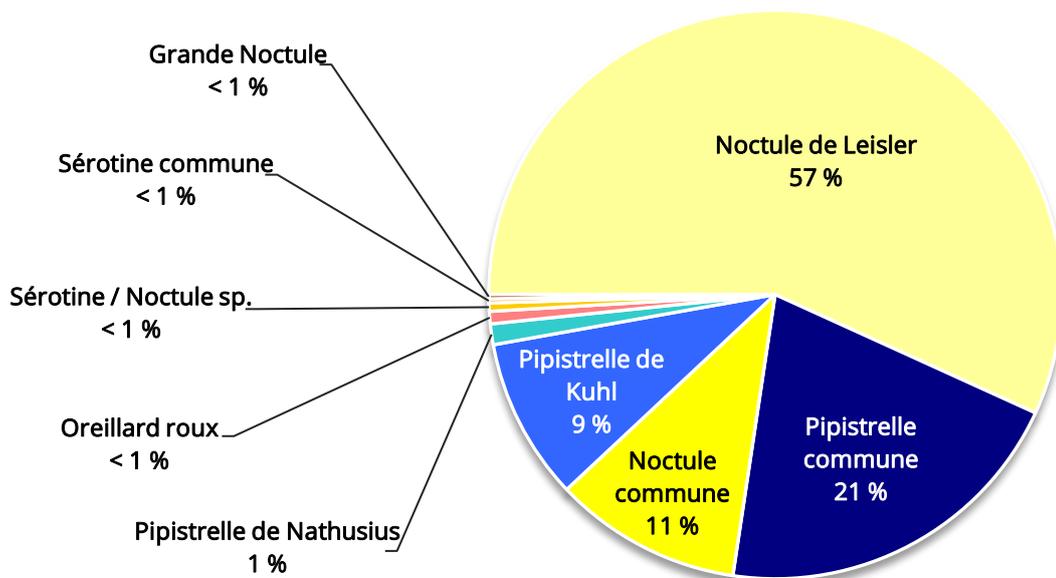


Figure 15 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur l'ensemble de la période d'étude pour l'éolienne E3

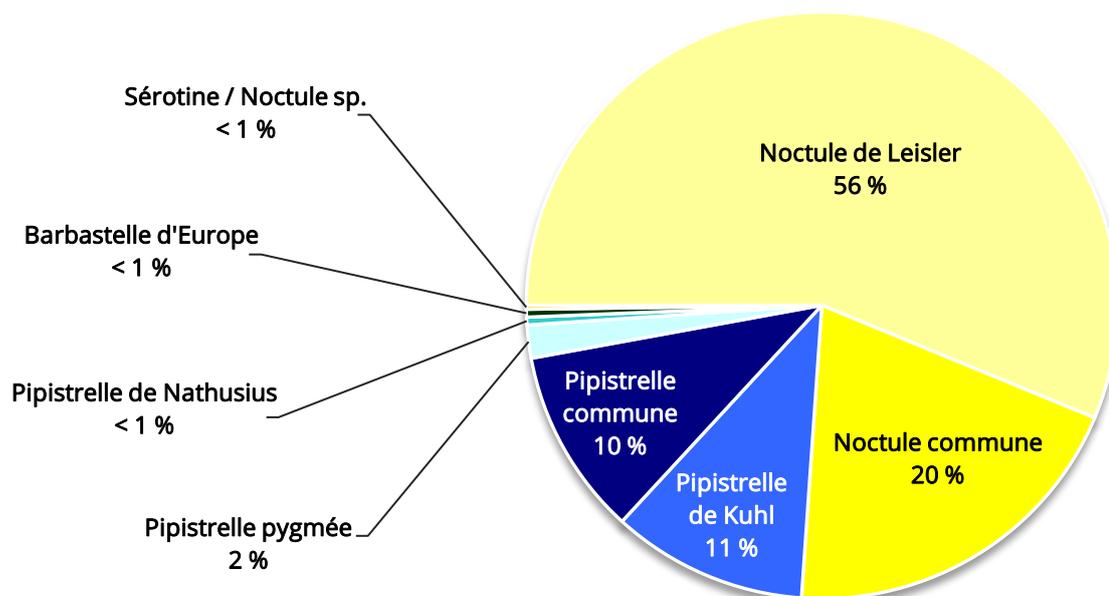


Figure 16 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur l'ensemble de la période d'étude pour l'éolienne E6

3.2.1.1.1 Résultats obtenus en fonction du cycle biologique des chiroptères

Les tableaux suivants présentent le nombre de contacts enregistrés pour chaque phase biologique. Le nombre de nuits d'enregistrements correspond uniquement aux nuits où le dispositif a fonctionné et a enregistré des séquences chiroptérologiques. Comme cité précédemment, les nuits où le dispositif n'a pas fonctionné n'ont pu être identifiées et comptabilisées, tout comme les nuits présentant une réelle absence d'activité chiroptérologique. Par conséquent, une analyse plus poussée de l'activité par nuit et par saison n'apparaît pas pertinente.

	Transits printaniers et gestation	Mise-bas et élevage des jeunes	Transits automnaux et swarming	Cycle complet
Nombre de contacts	28	0	396	424
Nombre de nuits d'enregistrements avec un contacts de chiroptères	5	0	25	30

Tableau 5 : Répartition du nombre de contacts en hauteur en fonction des phases biologiques pour l'éolienne E3

	Transits printaniers et gestation	Mise-bas et élevage des jeunes	Transits automnaux et swarming	Cycle complet
Nombre de contacts	24	292	617	933
Nombre de nuits d'enregistrements avec un contacts de chiroptères	4	23	44	71

Tableau 6 : Répartition du nombre de contacts en hauteur en fonction des phases biologiques pour l'éolienne E6

3.2.1.1.1 Résultats obtenus en fonction des mois d'inventaire

En comparant les mois entre eux, on note une dominance du groupe des pipistrelles lors des quelques nuits d'enregistrements entre avril et juillet. **Les noctules sont quant à elles prédominantes lors des mois d'août et de septembre**, avec une proportion de contacts bien supérieure aux autres espèces. Cela est surtout dû à la Noctule de Leisler, très bien représentée sur le site lors des nuits où les enregistrements ont été fonctionnels.

Les mois d'août et septembre concentrent plus de 85 % des contacts enregistrés sur le site, soit près de 1 150 contacts sur ces deux mois. C'est durant cette période que l'activité est la plus intense avec une large proportion de Noctule de Leisler, potentiellement en activité de swarming ou en migration. Toutefois, ces données sont à relativiser car ces deux mois pourraient avoir rencontré des problèmes d'enregistrements moins importants que tous les autres mois.

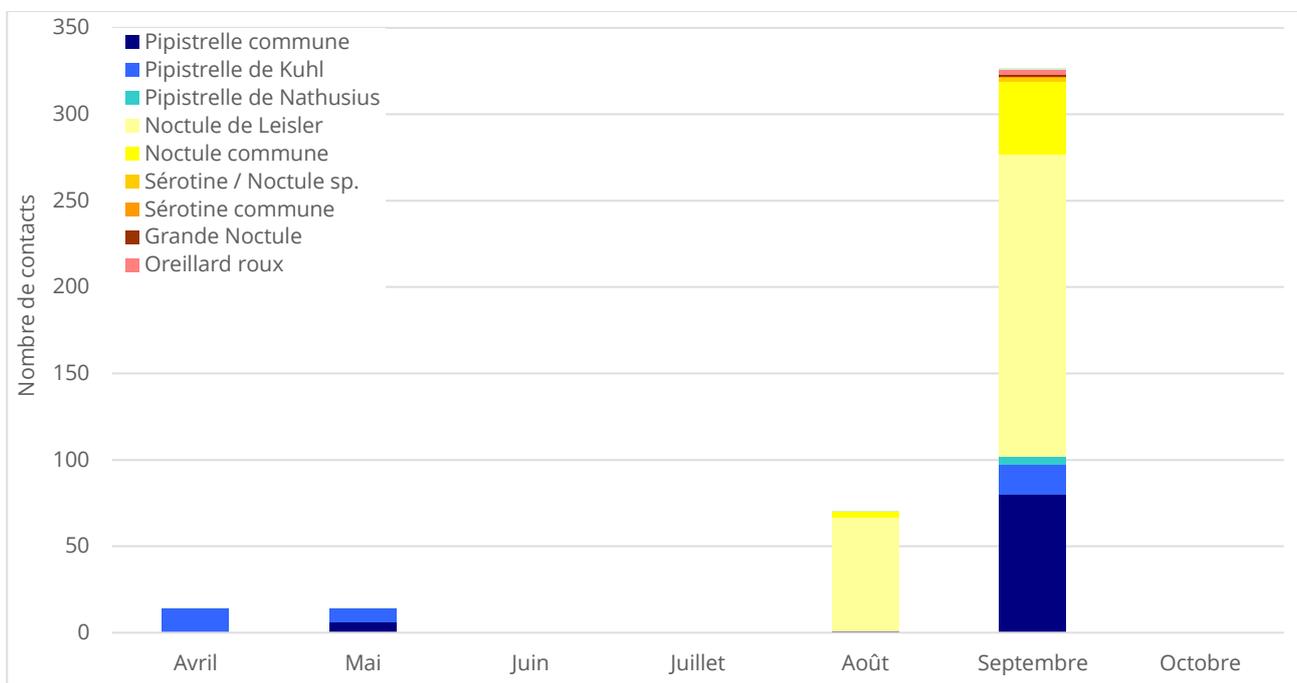


Figure 17: Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement pour l'éolienne E3

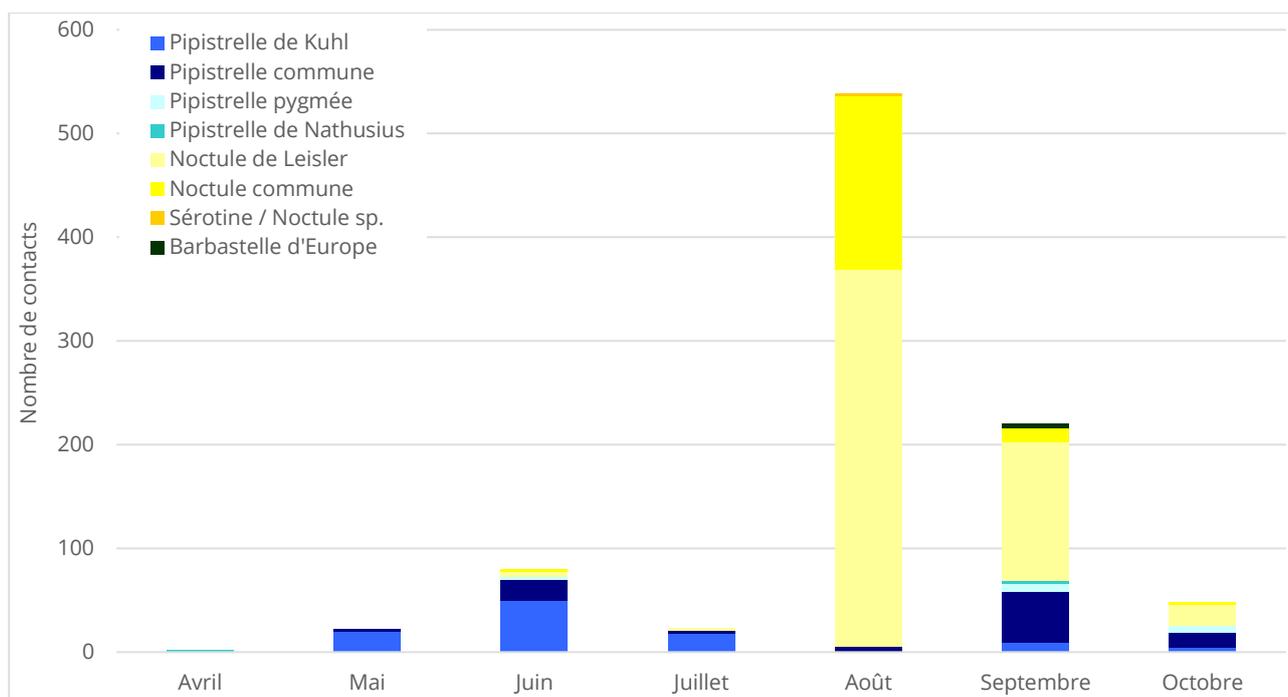


Figure 18: Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement pour l'éolienne E6

	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.
Nombre de contacts	14	14	0	0	70	326	0
Nombre de nuits d'enregistrements avec un contacts de chiroptères	2	3	0	0	9	16	0

Tableau 7 : Répartition du nombre de contacts en fonction des mois d'inventaires pour l'éolienne E3

	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.
Nombre de contacts	2	22	80	23	538	220	48
Nombre de nuits d'enregistrements avec un contacts de chiroptères	1	3	13	5	18	25	6

Tableau 8 : Répartition du nombre de contacts en fonction des mois d'inventaires pour l'éolienne E6

3.2.1.1.2 Résultats obtenus en fonction de la nuit d'inventaire

Le graphique suivant illustre l'activité chiroptérologique par nuit d'inventaire. Ainsi, l'activité inter-journalière des chauves-souris est très irrégulière. Le nombre de contacts enregistré par nuit varie de 0 à 67 contacts pour le dispositif sur E3, et de 0 à 93 contacts pour le dispositif sur E6. **Cette variabilité journalière reste particulièrement complexe à anticiper, dépendant de multiples facteurs à l'exemple des conditions météorologiques ou de la présence de ressource alimentaire, etc.** Il est dans l'état des connaissances actuelles très difficile de comprendre ces variations mais une hypothèse de migration peut être formulée sur ce site. En effet, des pics d'activités très forts et concentrés sur certaines nuits peuvent survenir brusquement, comme à automne, ce qui correspond pour partie aux périodes de swarming et de migration.

Pour rappel, le dispositif fut opérationnel depuis le 20 avril 2023, et l'arrêt des écoutes dans le cadre des analyses suivantes a été fixé au 31 octobre 2023. Les premiers contacts de chauves-souris ont été recensés le 27 avril 2023.

Plusieurs nuits ont donc enregistré un nombre de contacts plus important. En effet, alors que la plupart des nuits ne dépassent pas la quarantaine de contacts enregistrés, il y a eu 67 contacts le 14 septembre pour le dispositif sur E3 et quatre nuits à plus de 80 contacts (15, 16, 17 et 20 août) pour le dispositif sur E6.

Tous ces contacts incluent surtout la Noctule de Leisler. Une activité migratoire locale pour cette espèce entre des sites d'estivages et hivernaux est plausible, notamment en raison des pics situés à la fin de la saison d'activité des chiroptères. Le nombre de contacts important sur le site pour l'espèce plaide aussi en faveur de phénomènes migratoires entre différents sites de reproduction et d'hivernation. La présence d'une colonie dans le secteur est donc probable.

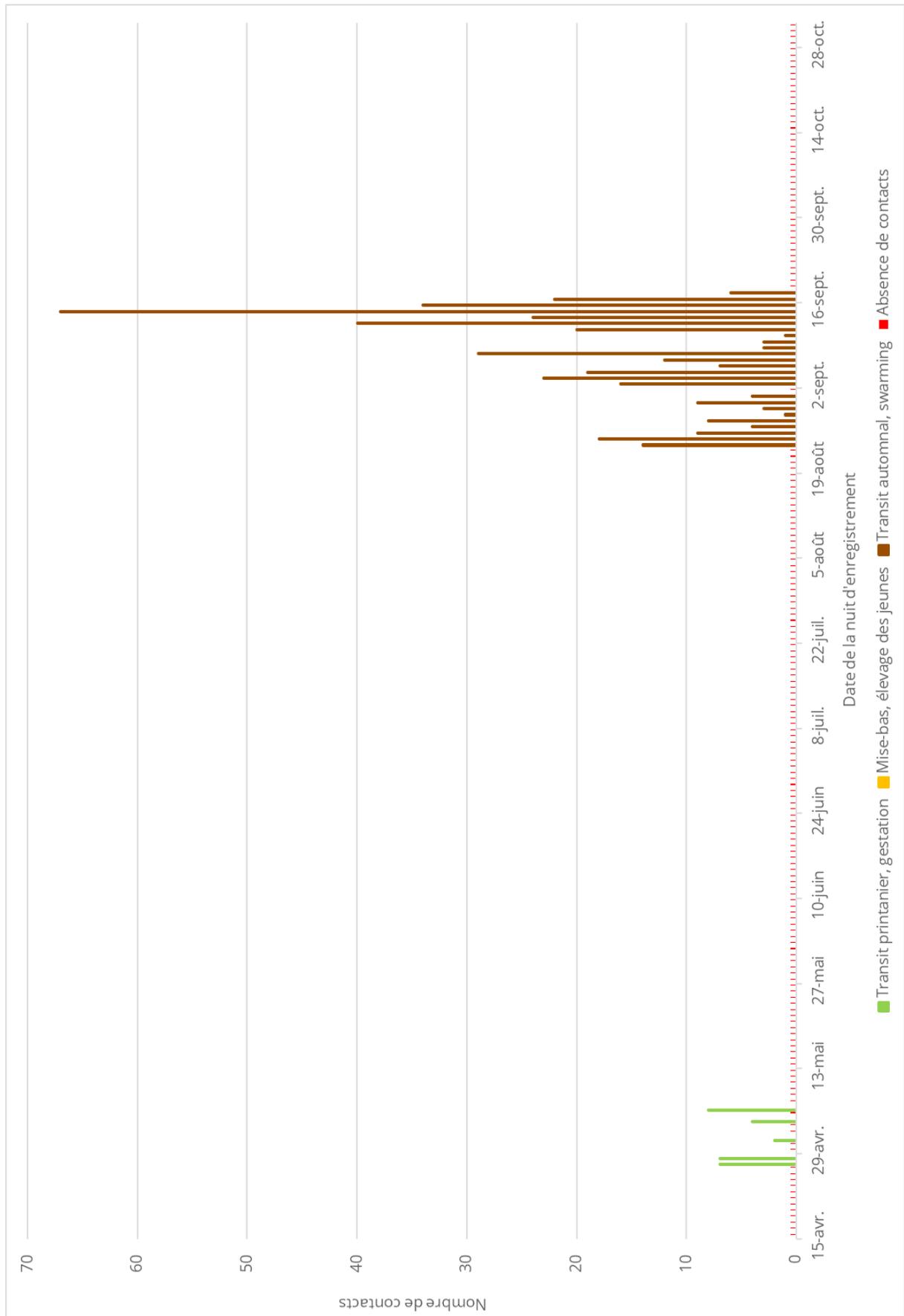


Figure 19 : Répartition du nombre de contacts par jours durant l'ensemble de la période d'inventaire pour l'éolienne E3

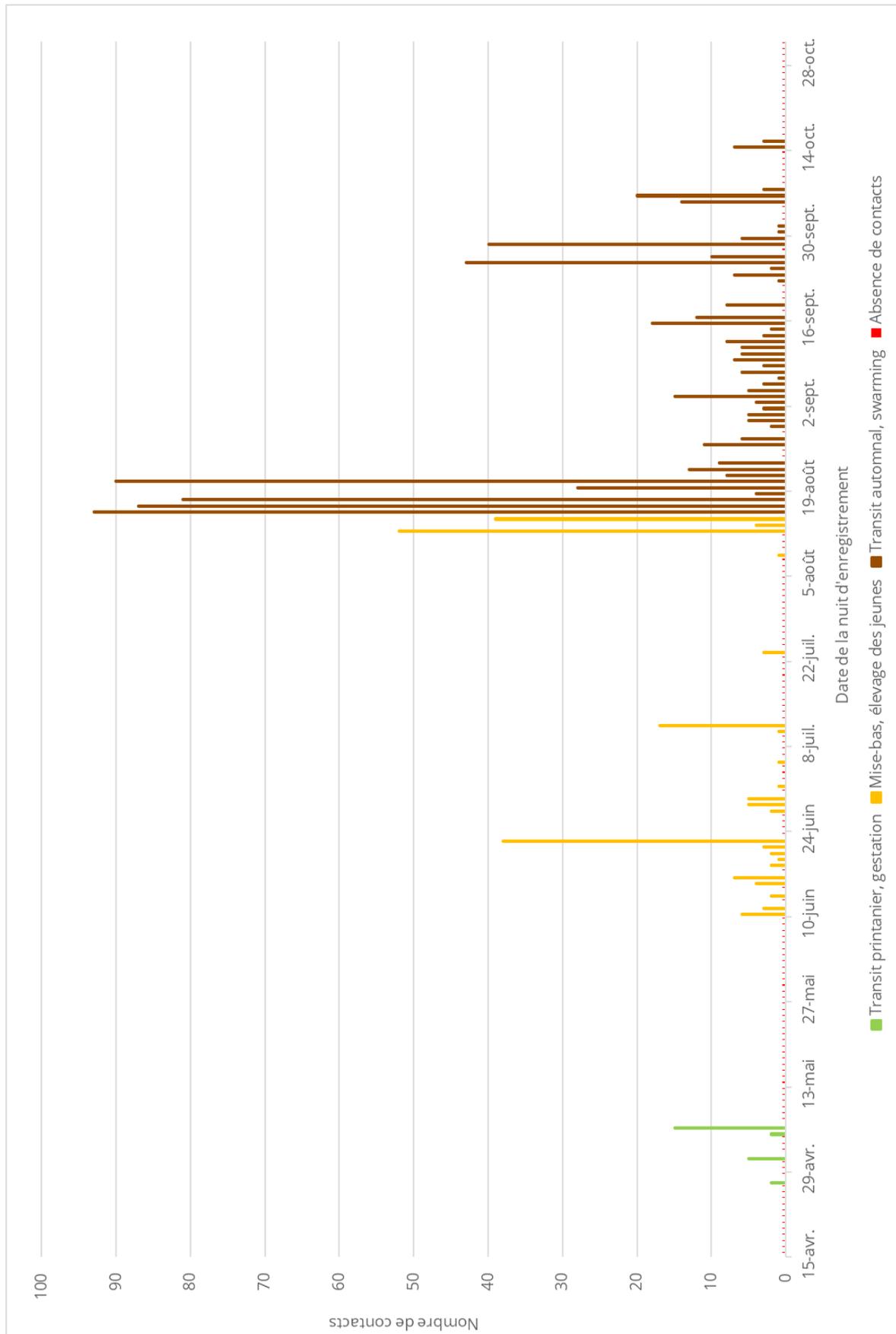


Figure 20 : Répartition du nombre de contacts par jours durant l'ensemble de la période d'inventaire pour l'éolienne E6

3.2.1.2 Activité chiroptérologique en fonction des facteurs astronomiques et météorologiques

3.2.1.2.1 Activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien

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

La répartition du nombre de contacts en fonction des heures de la nuit et de la période de l'année pour chacun des dispositifs est représentée dans les graphiques suivants. Ainsi, ces derniers sont présentés sous la forme d'une carte de chaleur affichant la densité de contacts chiroptérologiques. Les aplats de couleurs représentent l'intensité de l'activité chiroptérologique, répartie entre les heures de la nuit (heure astronomique et non civile) en ordonnée, et les jours de l'année en abscisse. La couleur blanche correspond à l'absence de contacts.

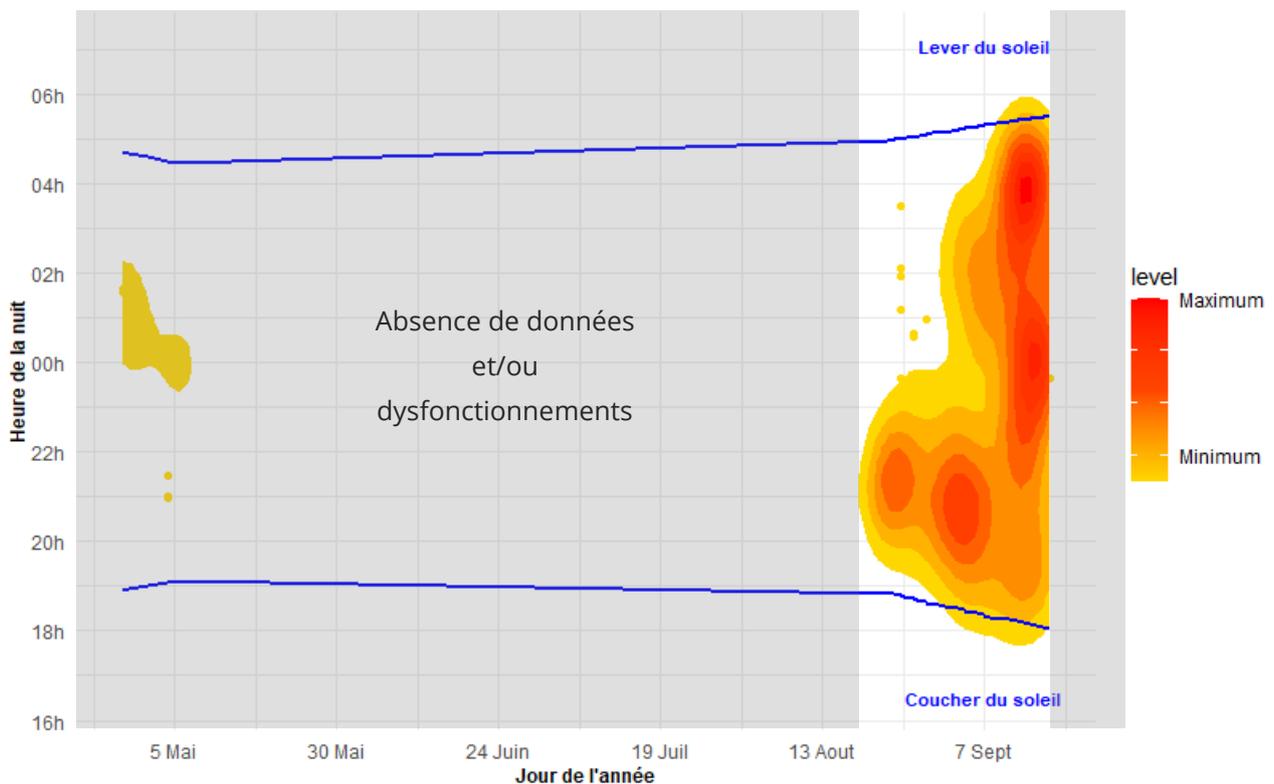


Figure 21 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien pour l'éolienne E3

Il est à noter que le graphique ci-dessus révèle des dysfonctionnements du dispositif sur la plage de temps s'étalant de fin avril à fin août. En effet, une absence totale de données est présente sur la presque totalité de la période. Seulement quelques contacts sont présents en milieu de nuit de fin avril à début mai.

De fin août à fin septembre, les résultats apparaissent cohérents. L'activité débute avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil et est très importante sur l'ensemble de la nuit.

À partir de fin septembre, plus aucun contact n'a été recensé, signifiant une nouvelle fois un dysfonctionnement du dispositif.

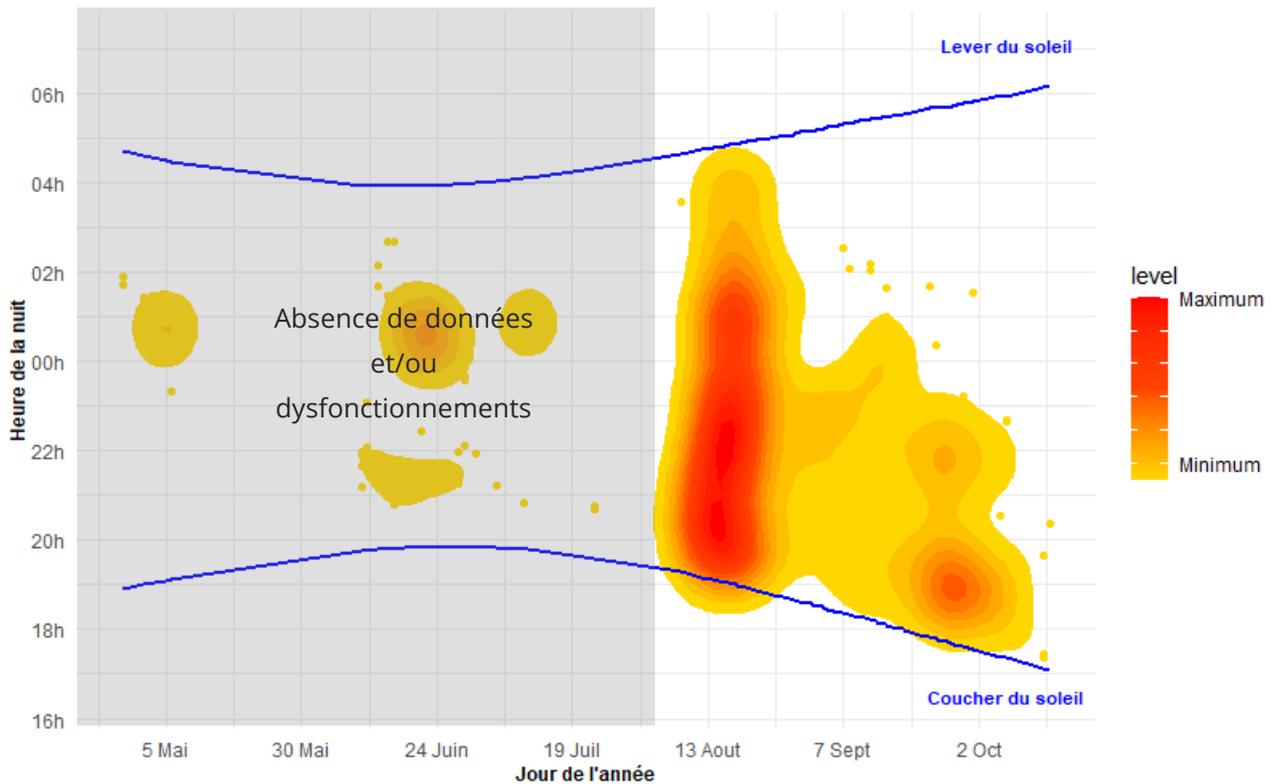


Figure 22 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien pour l'éolienne E6

Il est à noter que le graphique ci-dessus révèle des dysfonctionnements du dispositif sur la plage de temps s'étalant de fin avril à début août. En effet, une absence totale de données est présente sur une grande partie de la période. Seulement quelques patches de contacts sont présents en milieu de nuit en début mai, en juin et début juillet.

De début août à mi-octobre, les résultats apparaissent cohérents. L'activité débute avant le coucher du soleil au mois d'août jusqu'au lever du soleil et est très importante sur l'ensemble de la nuit.

À partir de début septembre, l'activité est notable pendant les six premières heures de la nuit puis devient ensuite anecdotique jusqu'au lever du soleil.

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

Sur les périodes analysées, cette tendance n'est observée que lors des mois de septembre et octobre sur le dispositif de l'éolienne E6.

On constate en effet des niveaux d'activités qui peuvent rester assez réguliers dans la nuit à certaines périodes, voir même réaugmenter peu avant le lever du soleil. Cela est surtout observé de fin août à fin septembre sur le dispositif de l'éolienne E3, avec même des niveaux plus forts en fin de nuit. Cette reprise d'activité est observée relativement fréquemment en présence de noctules, comme c'est le cas sur le site. Ainsi, plusieurs études suggèrent la présence d'un regain d'activité à l'aube pour certaines espèces de chiroptères. C'est le cas par exemple de la Noctule commune, dont une activité de retour au gîte relativement importante à l'aube a pu être mise en évidence dans les forêts de Slovaquie (Kanuch,

2007). Deux pics d'activité (crépuscule et aube) avaient déjà été mis en évidence pour cette même espèce dans la forêt de Białowieża en Pologne (Rachwald A., 1992), trois selon Arthur et Lemaire (2015). Les pipistrelles montrent également un pic d'activité au crépuscule et au lever du soleil. Ces deux périodes correspondent en effet aux pics d'activité des insectes nocturnes, et donc des chiroptères pour leur activité de chasse (Swift, 1980).

Au sein des périodes automnales étudiées sur les deux dispositifs mis en place, l'activité est présente sur l'ensemble de la nuit.

De plus, quelques contacts isolés sont enregistrés et correspondent aux points jaunes éparés.

3.2.1.2.2 Activité chiroptérologique en fonction de la température

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

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

Les graphiques suivants présentent parallèlement les occurrences de températures nocturnes enregistrées par les nacelles d'éoliennes et le nombre de contacts de chiroptères en fonction de ces températures.

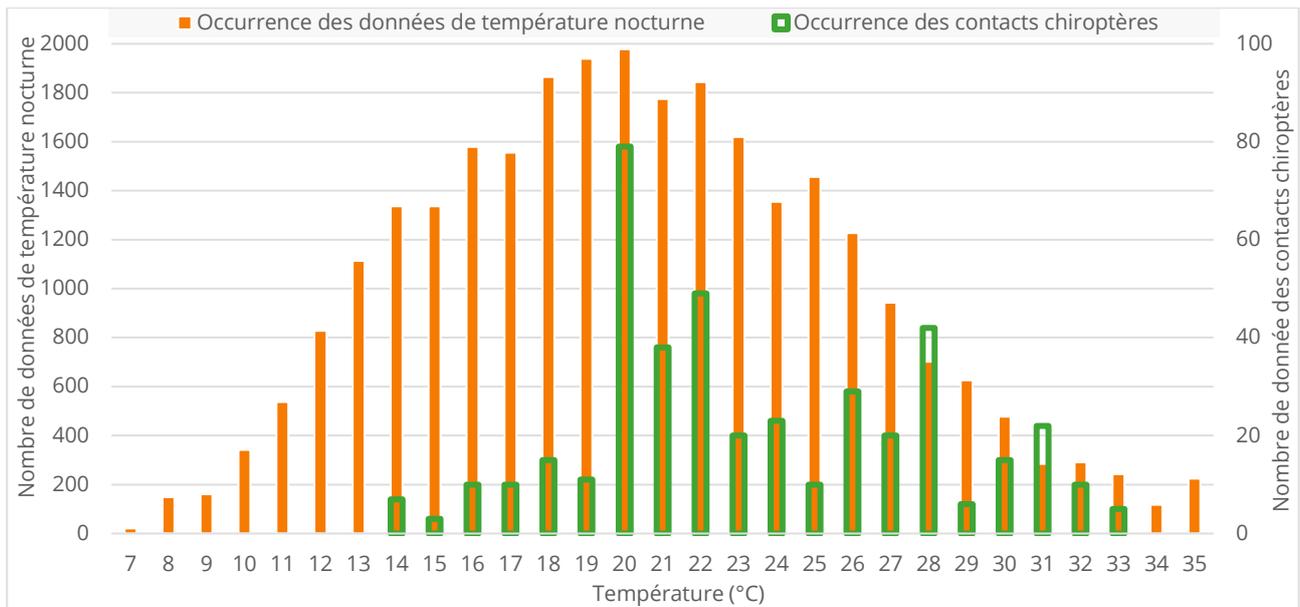


Figure 23 : Activité des chiroptères en fonction de la température sur l'éolienne E3

Toutes proportions gardées, les écoutes sur l'éolienne E3 montrent que les chiroptères semblent concentrer leur activité entre 16 et 32 °C, en décalage avec les températures nocturnes « disponibles » qui se concentrent entre 12 et 27 °C. **L'activité semble démarrer réellement à partir de 14 °C.**

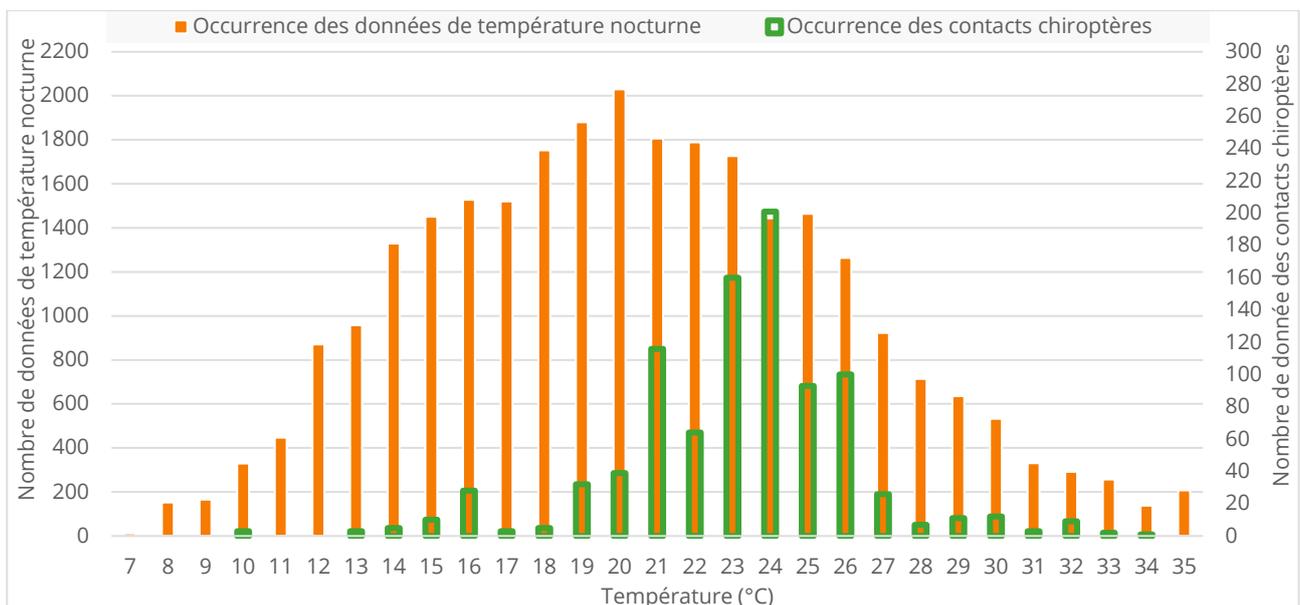


Figure 24 : Activité des chiroptères en fonction de la température sur l'éolienne E6

Toutes proportions gardées, les inventaires réalisés sur l'éolienne E6 montrent ainsi que les chiroptères semblent concentrer leur activité entre 16 et 27 °C, en décalage avec les températures nocturnes « disponibles » qui se concentrent entre 12 et 27 °C. **L'activité semble démarrer réellement à partir de 10 °C.**

Résultats obtenus par analyse mensuelle

L'analyse mensuelle de l'activité des chiroptères expose les mêmes tendances que celles observées sur l'ensemble de la période étudiée, à savoir qu'un maximum d'activité est mesuré à partir de 16 °C et jusqu'à plus de 32 °C de température. Ces résultats sont principalement représentatifs des mois d'août et de septembre.

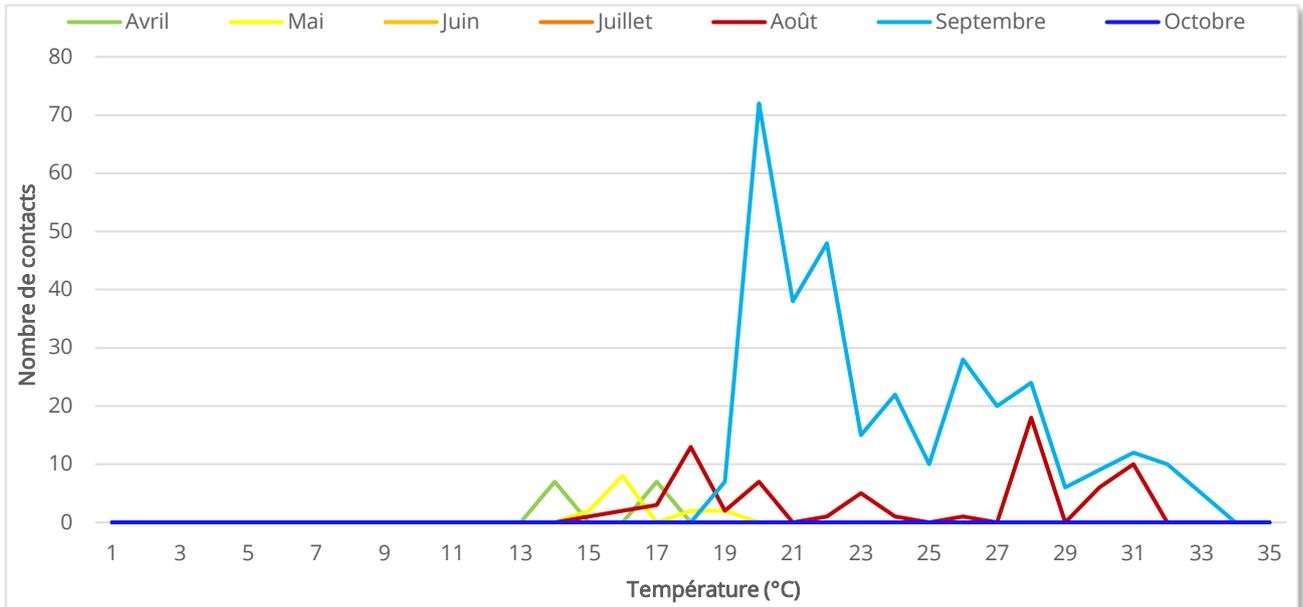


Figure 25: Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la température sur l'éolienne E3

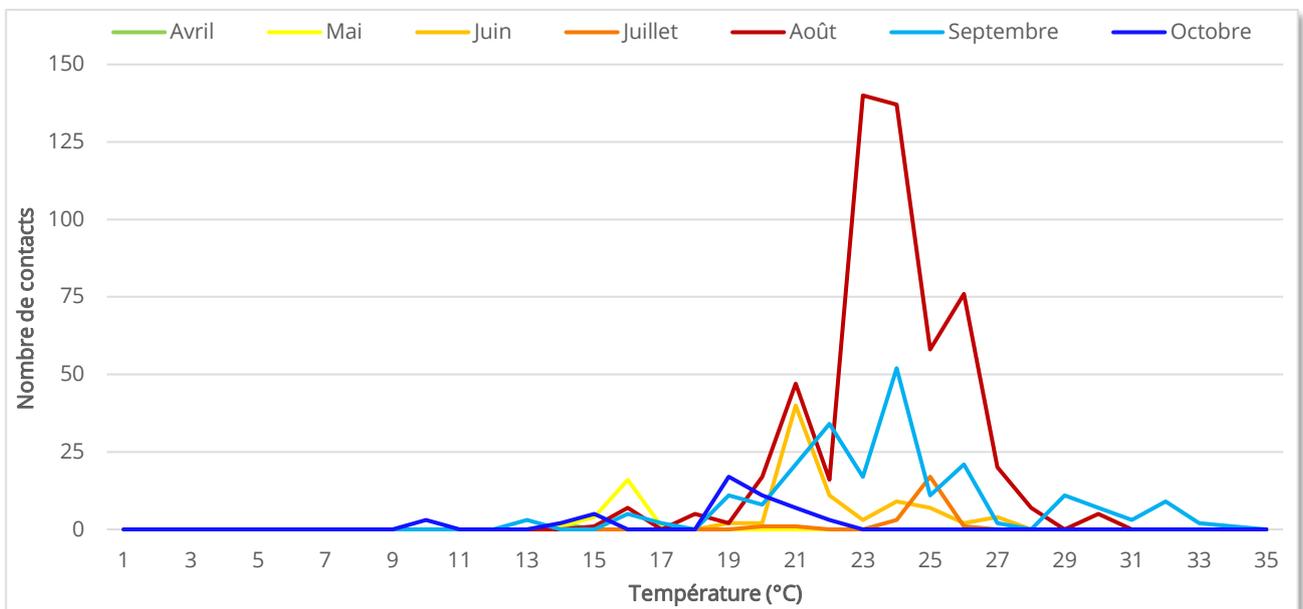


Figure 26: Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la température sur l'éolienne E6

3.2.1.2.3 Activité chiroptérologique en fonction de la vitesse du vent

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

Les graphiques suivants présentent parallèlement les occurrences de vitesses de vent enregistrées par les nacelles d'éoliennes et le nombre de contacts enregistrés sous ces vitesses de vent.

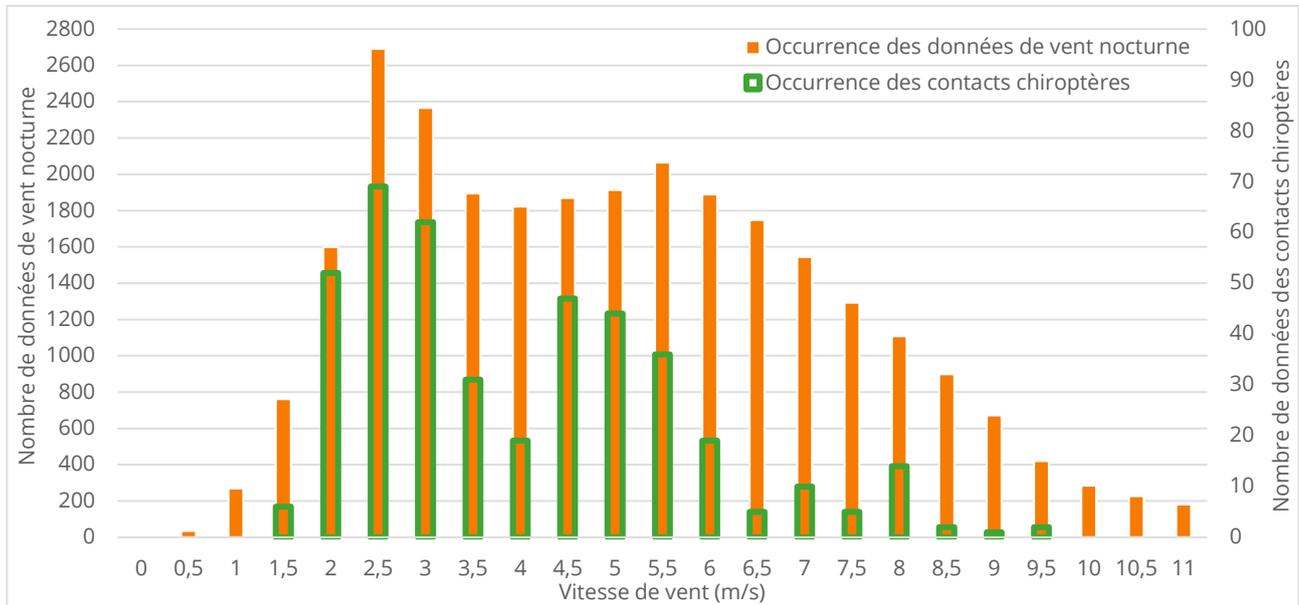


Figure 27 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent sur l'éolienne E3

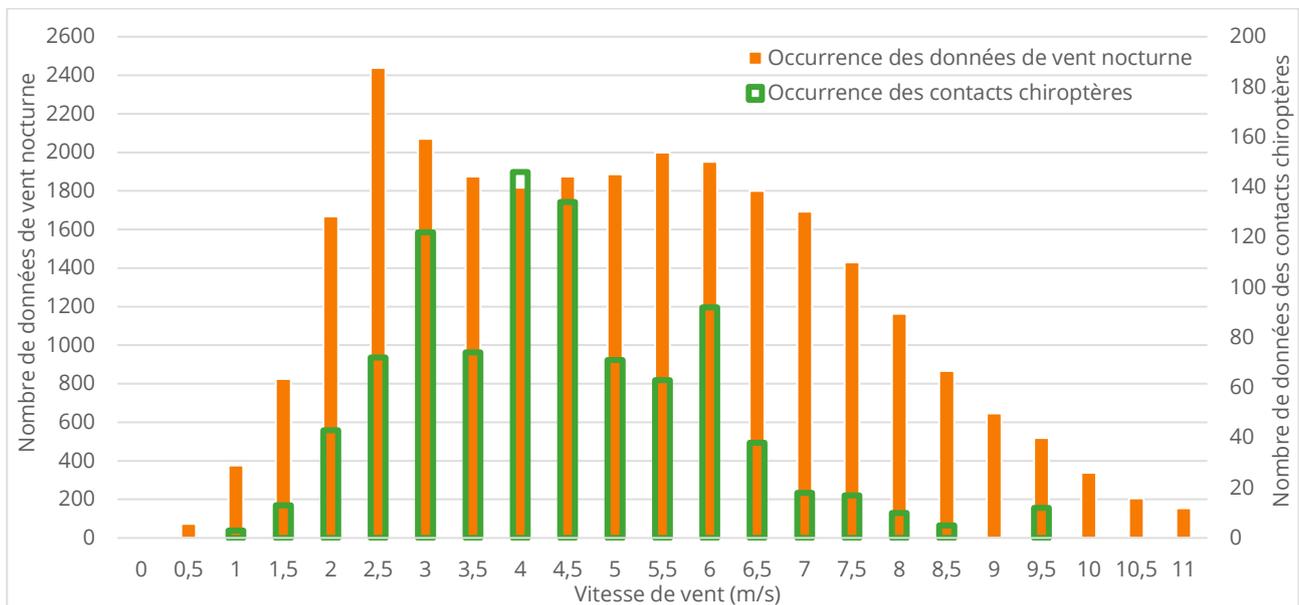


Figure 28 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent sur l'éolienne E6

Globalement, ces graphiques illustrent un décalage de l'activité chiroptérologique sous des vitesses de vent les plus faibles de la répartition des occurrences de vent nocturnes.

Toutes proportions gardées, l'activité chiroptérologique semble s'étaler entre des valeurs de vent comprises entre 1 et 9,5 m/s à hauteur de nacelle avec une importance accrue entre 1 et 6 m/s. Au-delà de ce seuil, l'activité chute progressivement et devient plus sporadique.

Résultats obtenus par analyse mensuelle

L'analyse mensuelle de l'activité des chiroptères expose les mêmes tendances que celles observées sur l'ensemble de la période étudiée, à savoir que l'activité semble s'étaler surtout entre des valeurs de vent comprises entre 1 et 6 m/s à hauteur de nacelle. On observe bien la chute à partir de ce seuil mais l'on note que l'activité ne devient pas pour autant négligeable, notamment à 9,5 m/s en septembre.

Ce dernier mois enregistre les plus fortes valeurs avec notamment ce pic à 9,5 m/s sur l'éolienne E6. L'espèce responsable de vol à ces vitesses de vent est la Noctule de Leisler. Ce chiroptère n'hésite effectivement pas à évoluer sous des vitesses de vents relativement fortes. Ces résultats sont principalement représentatifs des mois d'août et de septembre.

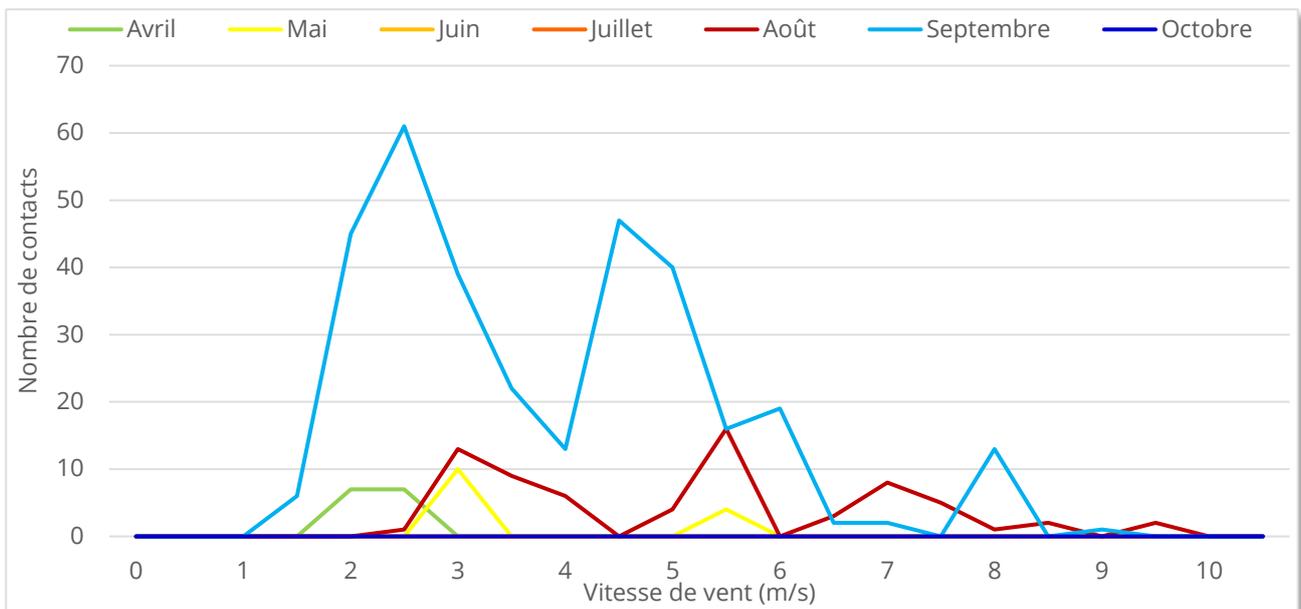


Figure 29 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction du vent sur l'éolienne E3

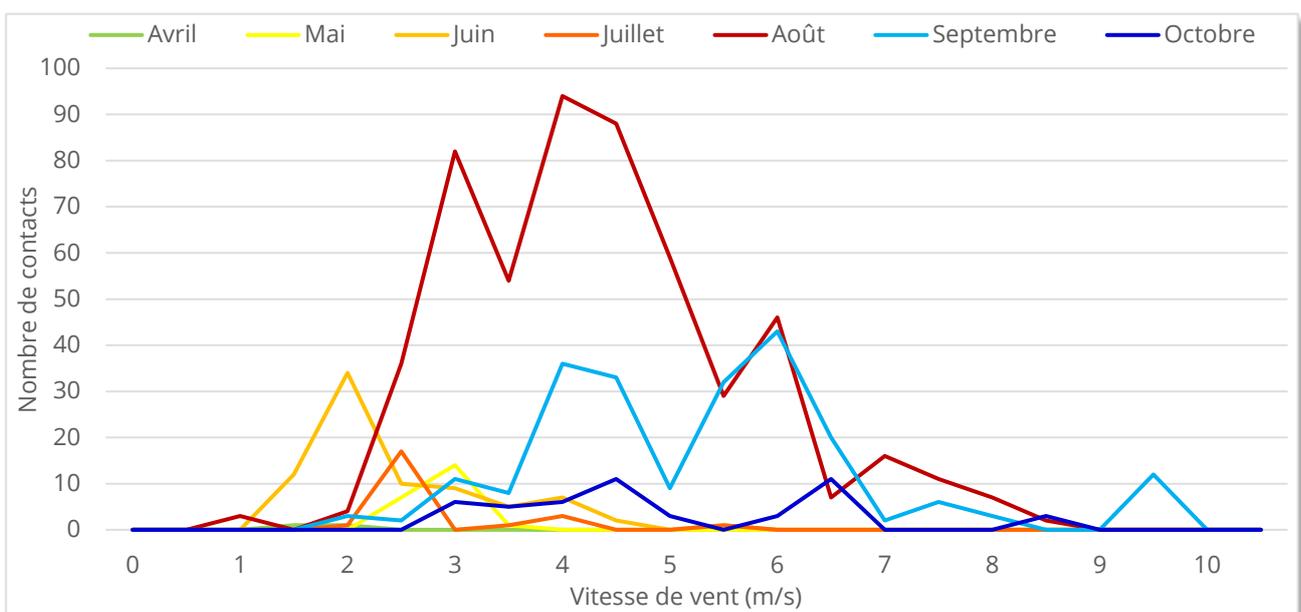


Figure 30 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction du vent sur l'éolienne E6

3.2.2 Synthèse des résultats du suivi comportemental des chiroptères en nacelle

En raison des problèmes d'enregistrements survenus tout au long de l'année sur les dispositifs TrackBat et le système ProBat, l'analyse des résultats est par conséquent limitée et non représentative. Cependant, certains points peuvent être décrits avec les données présentes :

- la diversité spécifique est de dix espèces confirmées, avec la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Grande Noctule, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle pygmée, la Sérotine commune, la Barbastelle d'Europe et l'Oreillard roux ;*
- la présence essentiellement des espèces pouvant évoluer en hauteur, en cohérence avec les connaissances bibliographiques. À noter la plus forte proportion de Noctule de Leisler comparativement aux autres espèces présentes ;*
- l'activité chiroptérologique en hauteur est importante de fin août à fin septembre sur l'éolienne E3 avec une activité globalement répartie sur l'ensemble de la nuit, et de début août à mi-octobre sur l'éolienne E6 avec une activité répartie sur l'ensemble de la nuit en août puis sur les six premières heures en septembre et octobre. Les chauves-souris sont également actives avant le coucher du soleil et après le lever du soleil. À noter que tous les autres mois d'inventaires ont subi des dysfonctionnements, entraînant une perte des données chiroptérologiques à hauteur de nacelle sur le parc éolien ;*
- l'activité chiroptérologique en hauteur est marquée surtout à partir de 16 °C ;*
- l'activité chiroptérologique en hauteur est principalement concentrée entre des vitesses de vent de 1 et 6 m/s. L'activité présente après ce seuil est plus sporadique, on note cependant des passages de Noctule de Leisler jusqu'à 9,5 m/s ;*
- Avec la perte des données survenue d'avril à août 2023, il n'est pas possible de définir d'éventuels enjeux sur le site pendant cette période. Par ailleurs, l'activité automnale est importante avec notamment la forte présence de la Noctule de Leisler, l'enjeu concernant les espèces de haut vol est par conséquent important.*

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

3.1.1 Diversité spécifique

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

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Présence selon les études				
		Étude d'impact de 2016	Suivi post-implantation août - novembre 2020	Suivi post-implantation 2021	Suivi post-implantation avril - septembre 2022	Suivi post-implantation avril - octobre 2023 (Probat)
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastellus barbastellus</i>	X				X
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	X				
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>					X
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	X				
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	X				
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	X				
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	X	X	X	X	X
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	X	X	X	X	X
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	X				
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	X				X
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	X	X	X	X
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	X	X	X	X	X
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	X	X	X	X	X
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	X		X	X	X
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	X	X	X	X	X
<i>Recensements n'ayant pas pu être déterminés à l'espèce</i>						
Sérotine/Noctule sp	<i>Eptesicus/Nyctalus sp.</i>		X	X	X	X
Pipistrelle sp.	<i>Pipistrellus sp.</i>		X			
Chiroptères sp.	<i>Chiroptera sp.</i>		X			
Total des espèces	14	14	6	7	7	10
<i>Espèce présente durant l'étude d'impacts et au moins un suivi post-implantation</i>						

Tableau 9: Résultats de la diversité spécifique en fonction des études menées sur le site

L'étude d'impact de 2016, incluant les résultats des inventaires chiroptérologiques, a permis de recenser 14 espèces certaines, contre six pour les inventaires de 2020, et sept pour ceux de 2021 et 2022.

À noter que les protocoles menés entre les différentes études ont été différents :

En 2016 : le cortège chiroptérologique plus large inventorié est lié à un plus grand nombre d'espèces évoluant à proximité du sol qu'à hauteur de nacelle.

En 2020, 2021, 2022 et 2023 : les inventaires sur nacelle permettent de détecter seulement les espèces de chauves-souris susceptibles d'évoluer en hauteur.

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

Six espèces sont communes à la période d'inventaire, ce qui atteste de leur occupation régulière du site. Ces espèces sont assez communes en Europe : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Sérotine commune. Ce sont toutes des espèces qui sont capables de voler en hauteur.

Parmi les espèces présentes, des cortèges plus forestiers sont présents en 2016 avec les protocoles au sol (Barbastelle d'Europe, Murin de Natterer, Murin de Daubenton, Oreillard roux, etc.), contre davantage d'espèces de haut-vol avec les protocoles d'écoute sur nacelle de 2020, 2021 et 2022 (noctules, Sérotine commune et pipistrelles). Ces différences s'expliquent par les protocoles utilisés.

Si l'on compare ce qu'il est possible d'analyser, à savoir des inventaires avec les mêmes protocoles, il y a une forte cohérence des espèces présentes. En effet, les espèces généralistes et/ou de haut-vol (pipistrelles, sérotines et noctules) sont contactées lors des quatre années d'inventaire. Seule la Grande Noctule n'est contactée qu'en 2023. Ceci peut être expliqué par le passage de l'espèce en migration.

3.1.2 Cumul des trois premières années de suivi ICPE et comparaison avec le suivi 2023

Répartition par cortège

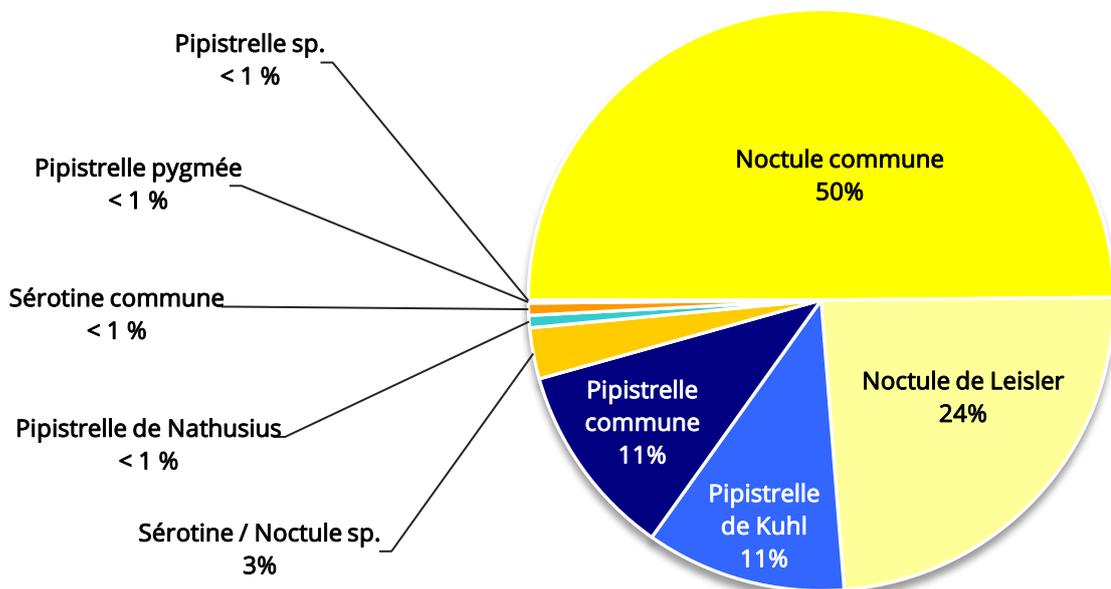


Figure 31: Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur les trois premières années de suivi

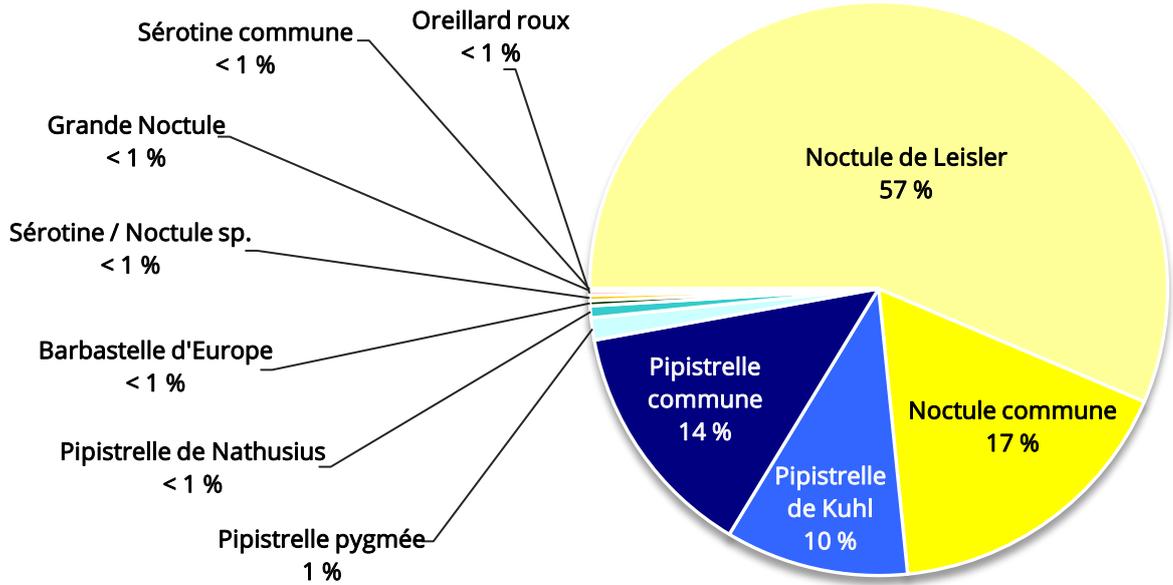


Figure 32 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces pour le suivi 2023 (deux dispositifs)

Sur les trois premières années de suivi, l'espèce qui domine largement est la Noctule commune avec la moitié des contacts recensés. En 2023, c'est la Noctule de Leisler qui domine amplement avec 57 % des contacts. L'activité des pipistrelles est similaire entre les années. La perte importante des données en 2023 pourrait expliquer cette différence d'activité entre les deux espèces de noctules en fonction des suivis.

Activité par mois d'inventaire

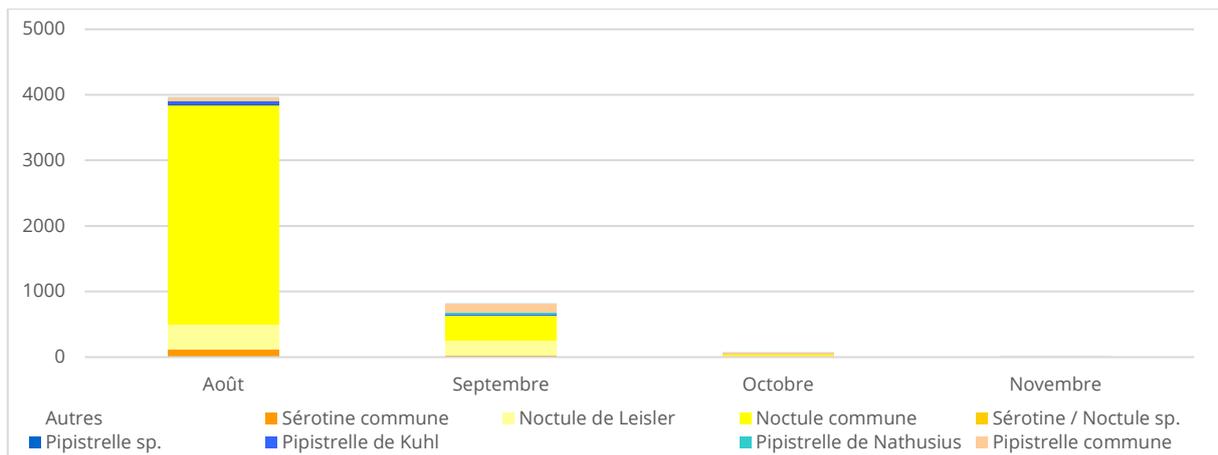


Figure 33 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement en 2020

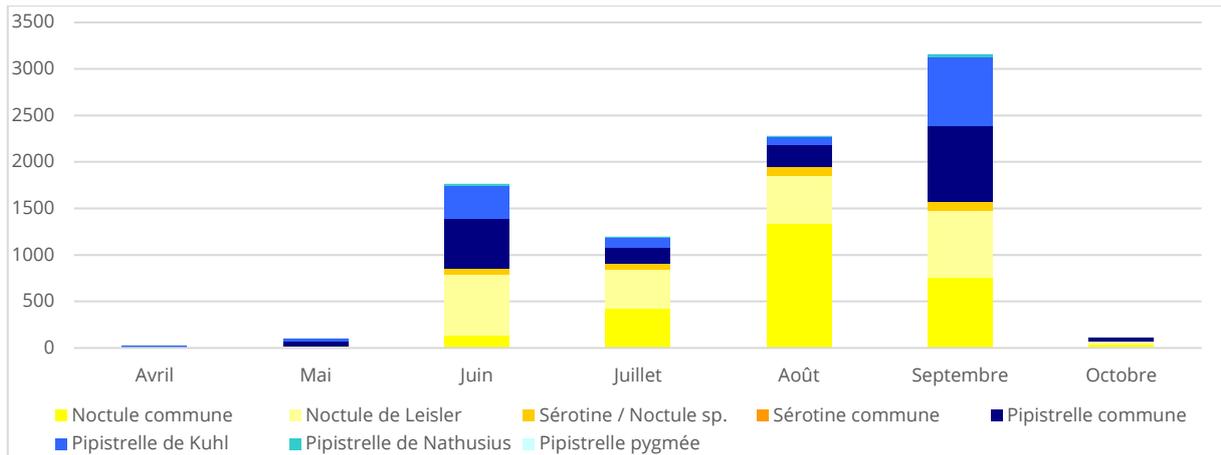


Figure 34 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement en 2021

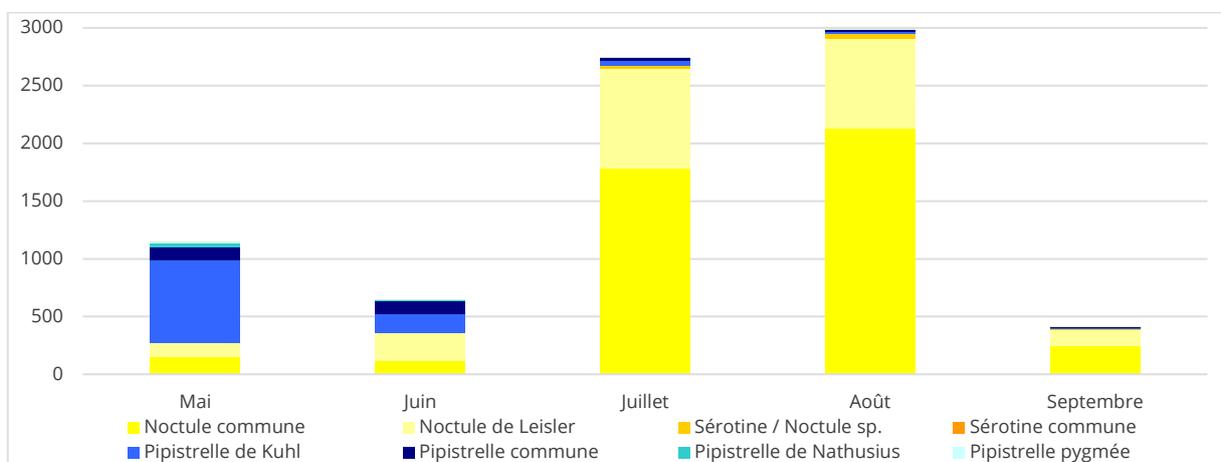


Figure 35 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement en 2022

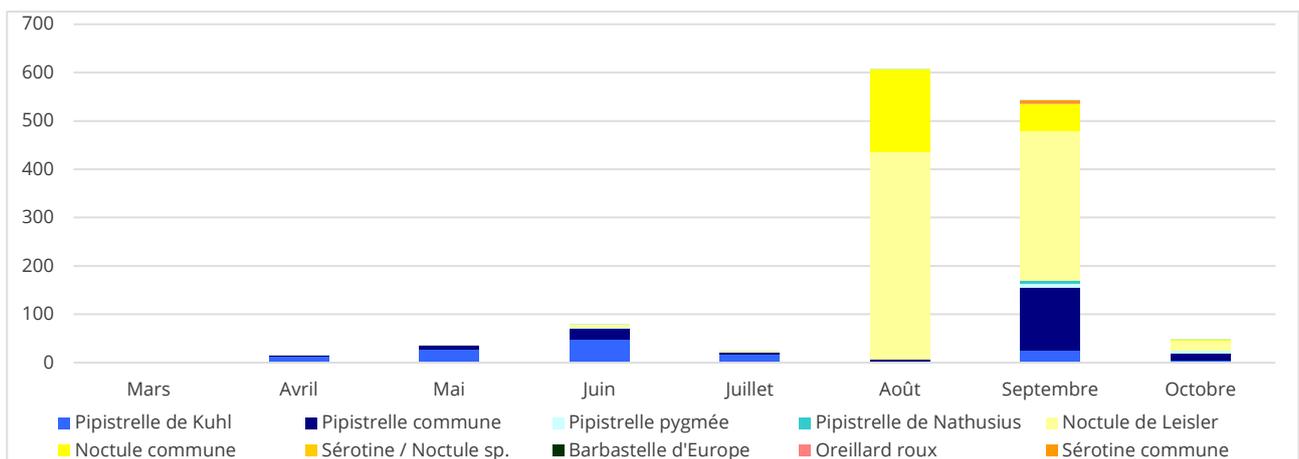


Figure 36 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement en 2023

Au mois d'août et septembre, sur les nuits où les enregistrements ont fonctionné, on observe un remplacement de l'activité de la Noctule commune par la Noctule de Leisler en 2023.

Résultats obtenus sur l'activité par nuit

Étant donné la perte importante des données en 2023, il n'apparaît pas pertinent de présenter les comparaisons entre les suivis des résultats journaliers.

Activité circadienne

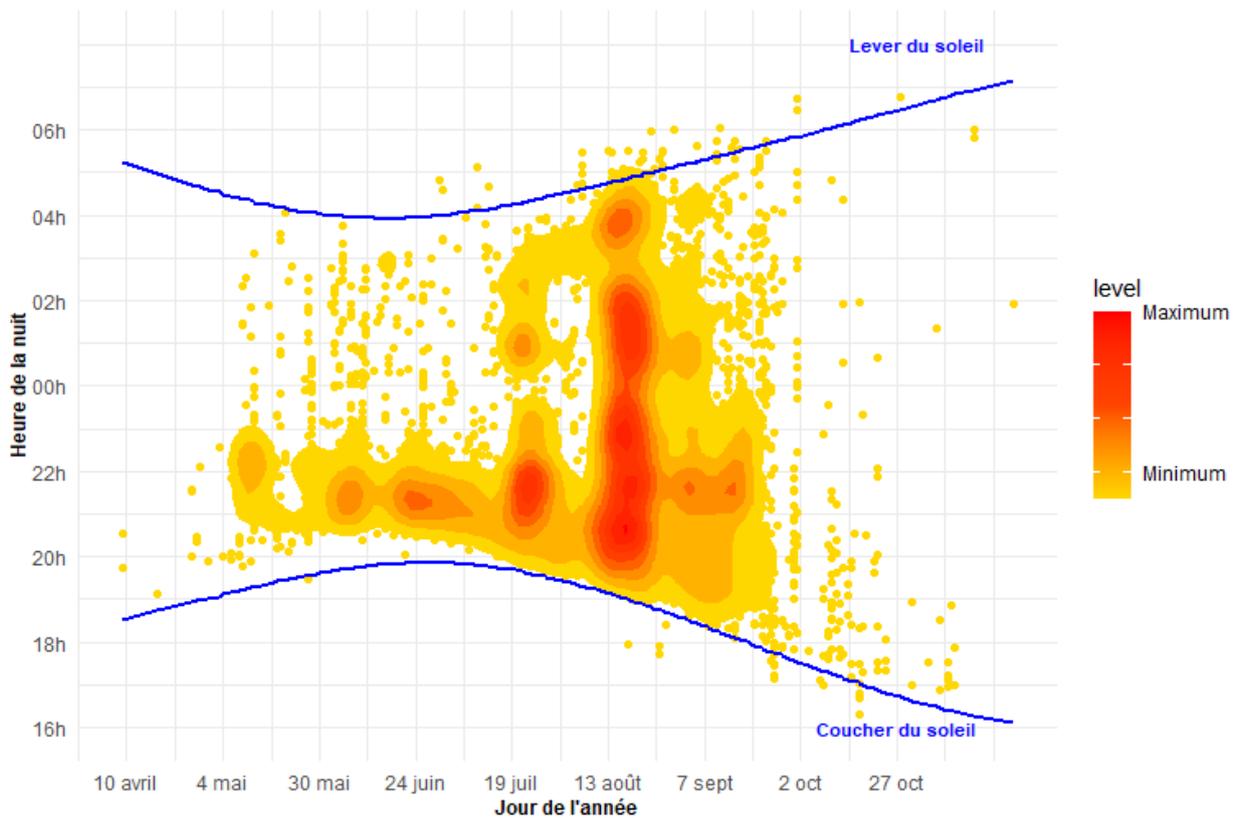


Figure 37: Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien pour les trois premières années de suivi

L'activité en fonction des heures de la nuit est particulièrement forte de début mai à fin juin sur les quatre premières heures de la nuit, et de début juillet à fin septembre sur l'ensemble de la nuit, lors des trois années de suivi. Il faut retenir que sur cette période, les chauves-souris sont capables de voler sur l'ensemble des heures de la nuit, voir même d'augmenter leur activité au cours de cette dernière (juillet, août, septembre, octobre).

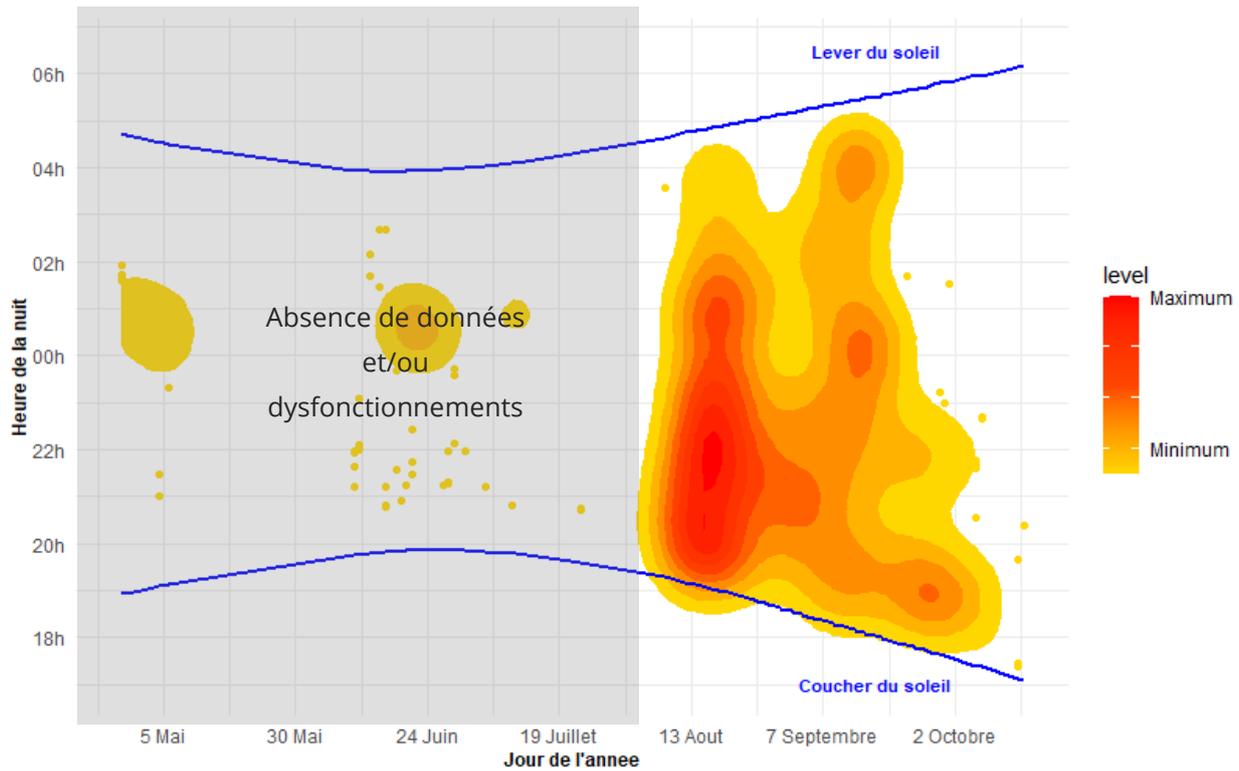


Figure 38: Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien pour le suivi 2023 (deux dispositifs)

En raison des dysfonctionnements survenus sur les dispositifs, l'activité chiroptérologique de fin avril à début août n'est pas représentative. On observe tout de même quelques patches de contacts début mai, en fin juin et début juillet.

De début août à fin septembre, l'activité en fonction des heures de la nuit est particulièrement forte sur l'ensemble de la nuit, notamment lors des six premières heures de la nuit.

Sur les quatre années de suivi (2020 à 2023), l'activité de début août à fin septembre est importante sur l'ensemble de la nuit, notamment lors des six premières heures de la nuit. Pour le reste de la période d'inventaire, les résultats ne sont pas comparables entre les suivis en raison des dysfonctionnements survenus en 2023.

Activité en fonction de la température

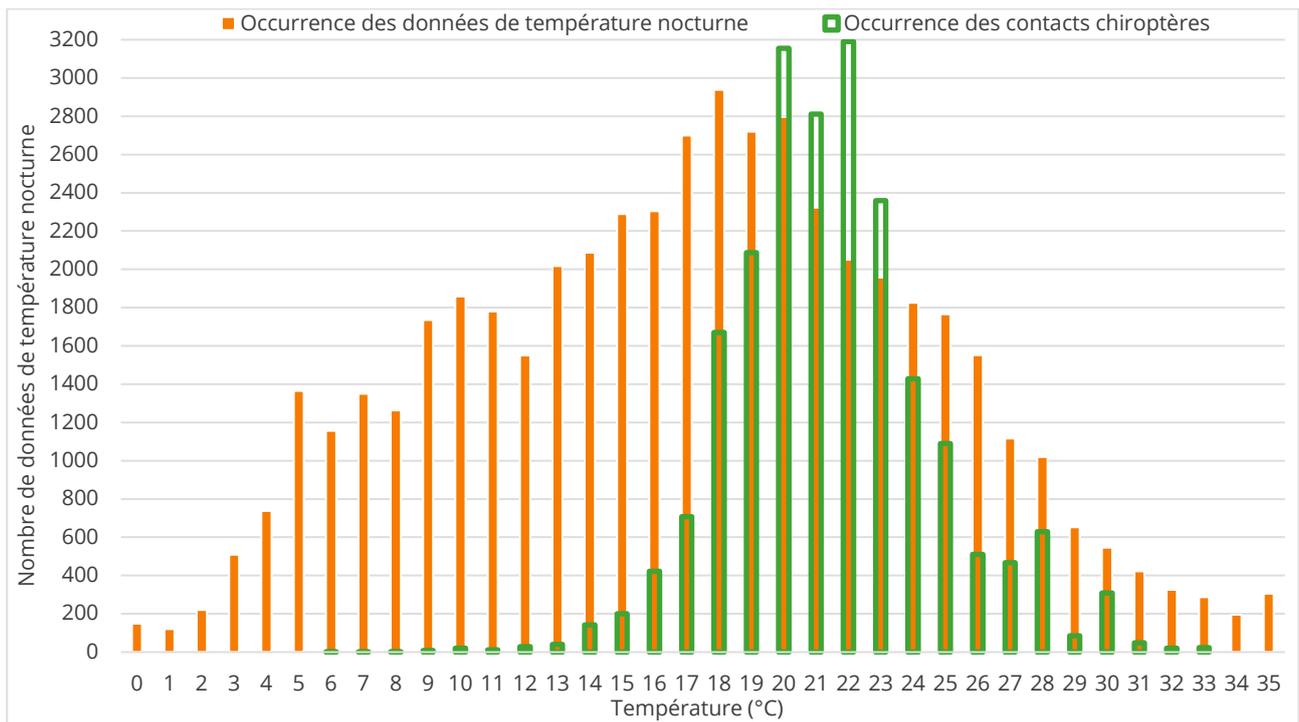


Figure 39: Activité des chiroptères en fonction de la température pour les trois premières années de suivi

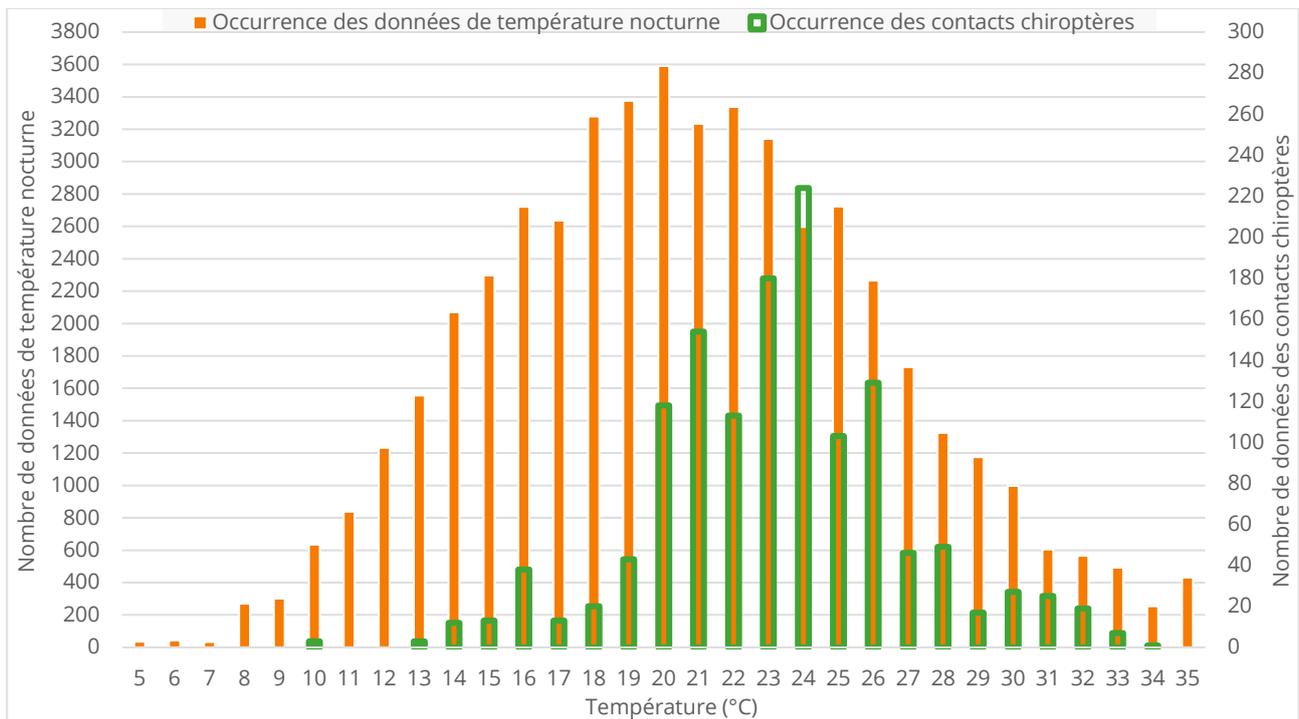


Figure 40: Activité des chiroptères en fonction de la température pour le suivi 2023 (deux dispositifs)

Sur l'ensemble des quatre années de suivi, l'activité chiroptérologique en fonction des températures est globalement comprise entre 14 °C et 30 °C, avec un maximum d'activité entre 18 °C et 26 °C.

Activité en fonction du vent

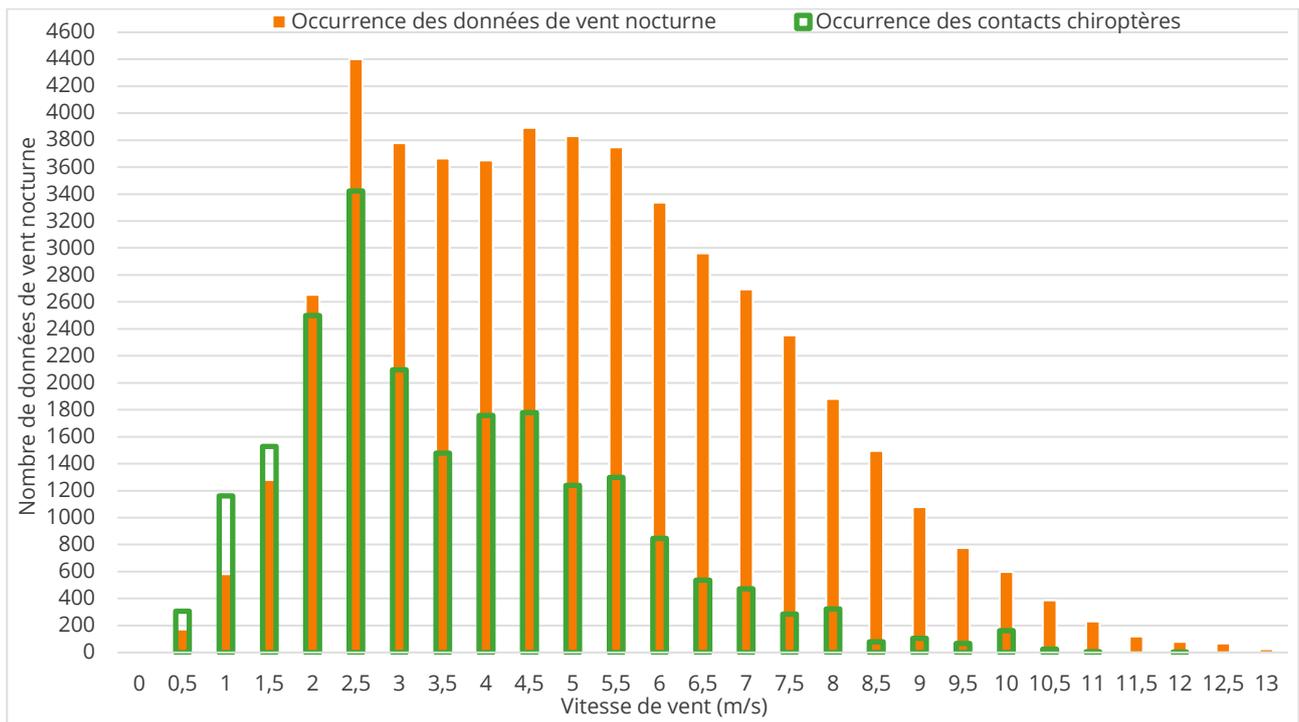


Figure 41: Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent pour les trois premières années de suivi

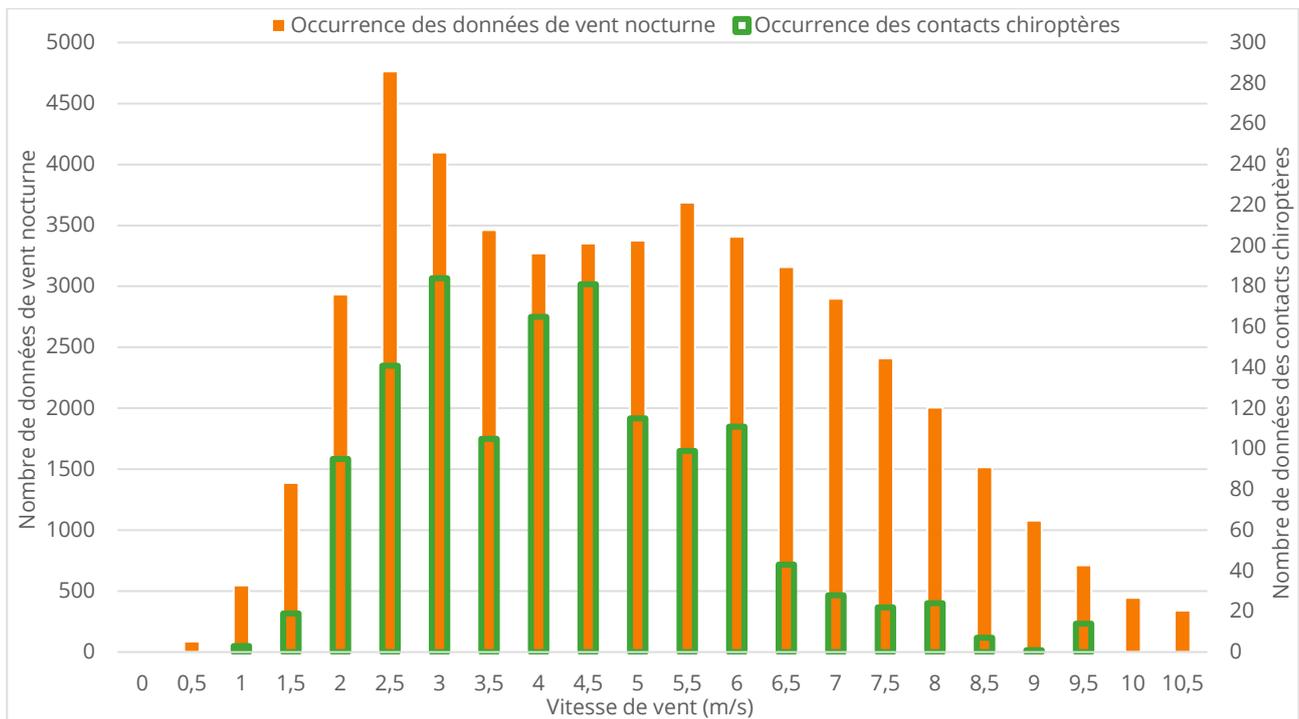


Figure 42: Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent pour le suivi 2023 (deux dispositifs)

Sur l'ensemble des quatre années de suivi, l'activité chiroptérologique en fonction des vitesses de vent est globalement comprise entre 1 m/s et 8 m/s, avec un maximum d'activité entre 1 m/s et 6 m/s.

3.2 Principaux éléments à retenir du suivi ICPE

La conclusion après les trois premières années de suivi (2020 à 2022) était la suivante : « Le cortège des espèces de haut-vol ou capables d'évoluer en hauteur (sensibles à l'éolien) est bien présent sur le site. L'activité chiroptérologique est élevée avec 21 500 contacts recensés, notamment par les deux espèces de noctules (Noctule commune et Noctule de Leisler). L'activité est globalement concentrée de juin à septembre, sur l'ensemble de la nuit avec des pics lors des quatre premières heures, à des températures de 18 °C à 25 °C et à des vitesses de vent de 1 m/s à 6 m/s. »

Compte tenu des nombreux dysfonctionnements survenus en 2023 avec le système ProBat, il est difficile de comparer les résultats avec les trois années précédentes.

Toutefois, les données présentes montrent que la Noctule de Leisler est bien plus présente (57 % des contacts) que toutes les autres espèces en 2023. Lors des mois d'août et de septembre, on observe une activité importante sur l'ensemble de la nuit, avec des pics lors des six premières heures. La majorité des contacts recensés sont compris entre des températures de 20 à 26 °C et des vitesses de vent de 2 à 6 m/s.

Il est néanmoins à retenir que le site est bien utilisé par les espèces du genre Nyctalus, très sensibles à l'éolien.

En conclusion : les nombreux dysfonctionnements du système Probat ne permettent pas d'avoir une base de données assez robuste pour être représentative de l'activité chiroptérologique en 2023 sur le parc éolien de Coulanges. Il devient alors nécessaire de poursuivre les écoutes chiroptérologiques en nacelle pour l'année 2024 sur une période complète d'inventaire (mai à octobre).



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

4.1 Résultats des tests et paramétrage des méthodes d'estimation

4.1.1 Durée moyenne de l'intervalle

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

La durée moyenne de l'intervalle est : $I = 6,96$ jours

4.1.2 Efficacité du chercheur

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

Test	Chercheur	Date	Nombre de cadavres déposés	Nombre de cadavres trouvés
T1	Adrien DEXET	20/06/2023	26	23
T2	Adrien DEXET	26/09/2023	26	21
Total			52	44

Tableau 10 : Résultats des tests d'efficacité

Le coefficient d'efficacité du chercheur est : $d = 0,85$

4.1.3 Persistance des cadavres

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

Test	Date	Nombre de cadavres déposés	Nombre de cadavres restant					
			J+1	J+3	J+6	J+9	J+13	J+16
T1	20/06/2023	26	18	3	0	0	0	0
T2	26/09/2023	26	11	4	0	0	0	0
Total		52	29	7	0	0	0	0

Tableau 11 : Résultats des tests de persistance

La durée moyenne de persistance des cadavres est : $t = 1,70$

4.1.1 Surfaces prospectées et correction surfacique

La correction surfacique appliquée à l'estimation de la mortalité est calculée d'après les surfaces prospectées sur le terrain (tableau suivant). Celle-ci varie au cours du suivi, notamment en fonction de l'occupation des sols et de leur gestion. Pour rappel, la surface théorique de prospection est de 16 900 m² par éolienne soit 101 400 m² par prospection pour l'ensemble du parc.

	Surface prospectée / éolienne (m ²)						
	1	2	3	4	5	6	Total
Moyenne sur l'ensemble du suivi	8 646	11 710	11 714	5 453	10 901	9 675	58 098
Proportion (%)	51,16	69,29	69,31	32,27	64,50	57,25	57,30

Tableau 12 : Synthèse des surfaces prospectées

*La proportion moyenne de surface prospectée sur l'ensemble du suivi est de 0,57 (soit 57 %).
Le coefficient de correction surfacique moyen sur l'ensemble du parc et des prospections est de : A = 1,75.*

4.2 Mortalité de l'avifaune

4.2.1 Bilans national et européen de la mortalité de l'avifaune

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

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

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

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

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

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

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

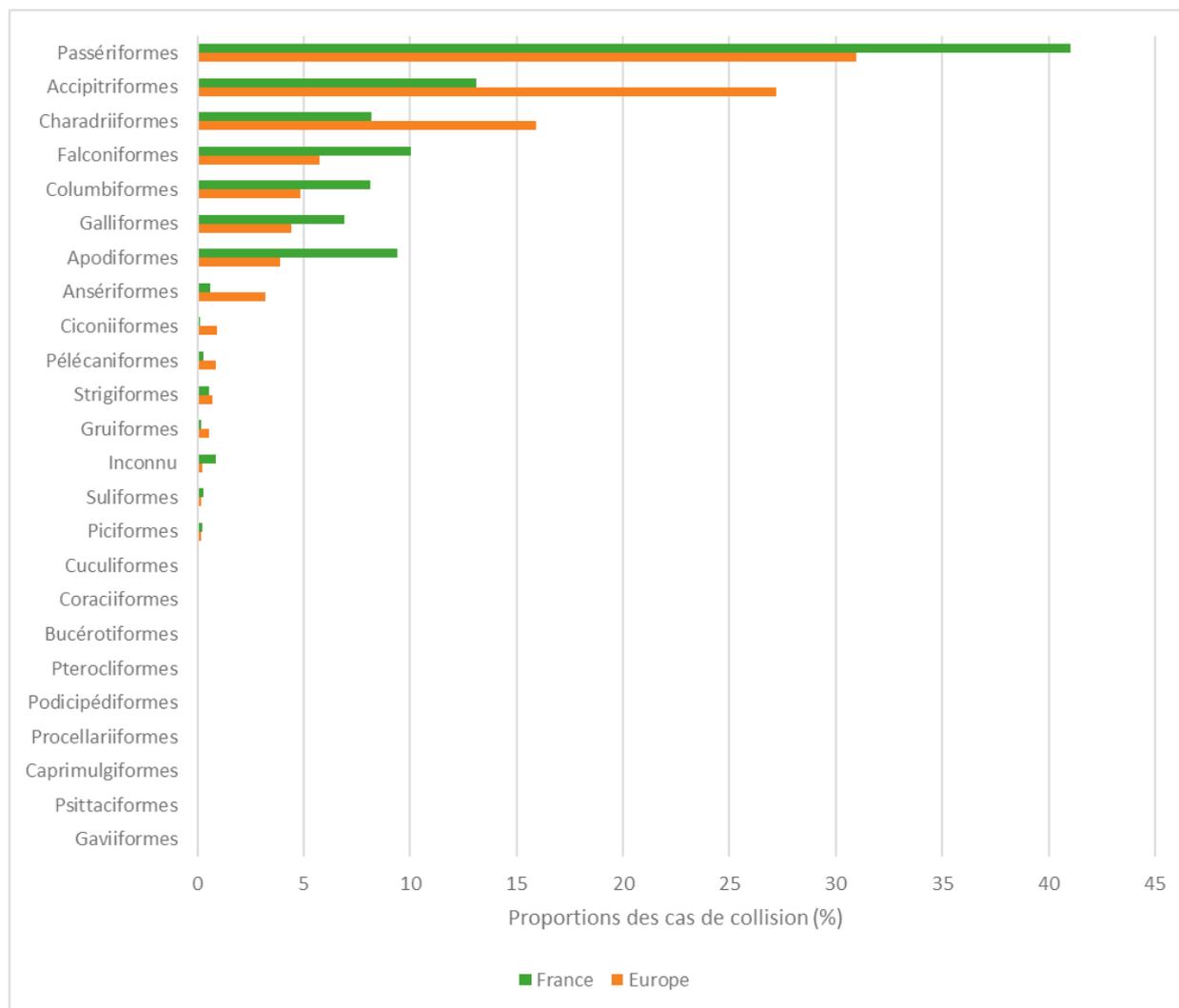


Figure 43 : Proportions (%) des cas de collision avec les éoliennes en fonction des ordres, en France et en Europe (d'après Dürr, 2023)

4.2.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact

L'étude d'impact, réalisée en 2016 par le bureau d'étude Envol Environnement, a révélé la présence de cinq espèces à enjeu et sensibles au risque de collision dont il conviendra de surveiller l'apparition d'éventuels cas de mortalité (tableau suivant) :

- le Busard des roseaux ;
- le Busard Saint-Martin ;
- le Faucon crécerelle ;
- le Milan royal ;
- la Grue cendrée.

Parmi l'ensemble des espèces inventoriées, la sensibilité la plus forte est attribuée au Milan royal. Cette espèce est particulièrement sensible au fonctionnement des éoliennes au niveau européen. Pour autant, un seul individu a été contacté en période hivernale. Bien qu'il s'agisse d'une espèce sensible à l'éolien, le risque de collision est donc réduit en considérant sa très faible fréquentation du site.

La Grue cendrée présente une sensibilité modérée. Elle ne niche pas sur le site. Les contacts de l'espèce se réfèrent à des survols migratoires de l'espèce à très haute altitude (plus de 150 mètres).

Une sensibilité faible est définie pour le Busard Saint Martin, la Buse variable et le Faucon crécerelle. Le Busard des roseaux est marqué par une très faible sensibilité selon le document de référence mais le nombre de cas y est estimé à 0 alors que les données actuelles de 2015 font mentions de 42 cas de mortalité. Sa sensibilité est donc équivalente à celle du Busard Saint-Martin.

Les autres espèces observées sont très faiblement sensibles à l'implantation d'un parc éolien dans l'aire d'étude rapprochée.

Figure 44 : Espèces à enjeu et sensibles au risque de collision, inventoriées durant l'étude d'impact réalisée en 2016 (Envol Environnement)

4.2.3 Résultats globaux du suivi de l'avifaune en 2023

4.2.3.1 Mortalité brute

Sur le parc de Coulanges, 13 cadavres d'oiseaux appartenant à neuf espèces ont été retrouvés (tableau suivant). 11 cadavres ont été découverts lors du protocole de suivi de la mortalité, et deux en dehors de ce suivi. Les cadavres retrouvés en dehors du protocole de suivi sont pris en compte mais ne sont pas comptabilisés pour les analyses comparatives. La mortalité brute est de 1,83 individus par éolienne durant la période de suivi s'étalant de mai à octobre, soit 26 prospections, à raison d'une prospection par semaine. Cette mortalité brute est ainsi équivalente à 0,07 individu par éolienne et par sortie.

Les espèces les plus retrouvées sont l'Alouette des champs (trois individus) et le Martinet noir (trois individus). Par ailleurs, cinq autres espèces ont été recensées, à raison d'un individu pour chaque espèce. À noter, deux autres individus (un Ardéidé sp. et une Fauvette des jardins) ont été retrouvés en dehors du suivi standardisé (hors-protocole).

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

Date	Espèce	Éolienne	Statut biologique	Sexe	Âge	Source
04/05/2023	Alouette des champs	E1	Reproducteur	Inconnu	Adulte	Protocole
11/05/2023	Ardéidé sp.	E6	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	Hors protocole
24/05/2023	Alouette des champs	E3	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	Protocole
01/06/2023	Étourneau sansonnet	E6	Reproducteur	Inconnu	Juvénile	Protocole
14/06/2023	Grand cormoran	E5	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	Protocole
19/07/2023	Martinet noir	E5	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	Protocole
26/07/2023	Alouette des champs	E1	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	Protocole
26/07/2023	Martinet noir	E1	Reproducteur	Inconnu	Juvénile	Protocole
02/08/2023	Martinet noir	E4	Migrateur postnuptial	Inconnu	Adulte	Protocole
09/08/2023	Faucon crécerelle	E3	Reproducteur	Inconnu	Inconnu	Protocole
06/09/2023	Roitelet à triple bandeau	E5	Migrateur postnuptial	Inconnu	Adulte	Protocole
27/09/2023	Fauvette des jardins	E1	Migrateur postnuptial	Inconnu	Adulte	Hors protocole
25/10/2023	Épervier d'Europe	E6	Migrateur postnuptial	Inconnu	Inconnu	Protocole

Tableau 13 : Oiseaux découverts lors du suivi mortalité

Avec 11 cadavres d'oiseaux recensés dans le cadre du protocole de suivi, la mortalité brute observée sur le parc de Coulanges est de 1,83 individus par éolienne sur la période de suivi s'étalant de mai à octobre.

4.2.3.2 Mortalité estimée

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

Méthodes	Mortalité estimée				Intervalle de confiance à 95 % (mortalité globale)
	Globale	/éolienne	/sortie	/éolienne/sortie	
Erickson	92,62	15,4	3,6	0,6	45,70 - 154,96
Huso	94,75	15,8	3,6	0,6	46,71 - 163,02
Jones	175,89	29,3	6,8	1,1	81,58 - 372,54

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

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

Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 93 à 176 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 46 et 373 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

La précision des estimations est jugée faible (intervalles de confiance élevés). **Néanmoins, les estimations s'accordent sur une mortalité d'au moins 46 individus sur la période de suivi.**

Les paramètres correcteurs peuvent avoir un impact fort. C'est notamment le cas pour les valeurs correctives liées à la persistance des cadavres, qui reflète une forte prédation sur le parc de Coulanges ($t = 1,70$). En outre, la correction surfacique est assez élevée ($A = 1,75$), étant donné le grand nombre de zones non prospectables autour des éoliennes, dû notamment à la présence des cultures. Ceci indique pourquoi la précision des estimations est faible.

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

4.2.3.3 Analyse par groupes taxonomiques

Les 11 cadavres d'oiseaux retrouvés appartiennent à l'ordre des passeriformes (cinq individus), des apodiformes (trois individus), des suliformes (un individu), des falconiformes (un individu) et des accipitriformes (un individu). De plus, les individus retrouvés hors protocole appartiennent à l'ordre des passériformes (un individu) et des pélicaniformes (un individu). Il convient de considérer que cette mortalité observée n'est pas nécessairement représentative de la mortalité réelle par groupe taxonomique.

Les passériformes et les accipitriformes font effectivement partie des groupes les plus retrouvés en France et en Europe (cf. Bilans national et européen de la mortalité de l'avifaune). Les apodiformes et les falconiformes sont cependant moins découverts, et les pélicaniformes et suliformes le sont rarement.

Sur le parc de Coulanges, en 2023, les cadavres retrouvés appartiennent majoritairement aux groupes des passeriformes et des apodiformes.

4.2.4 Résultats saisonniers

4.2.4.1 Mortalité brute

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

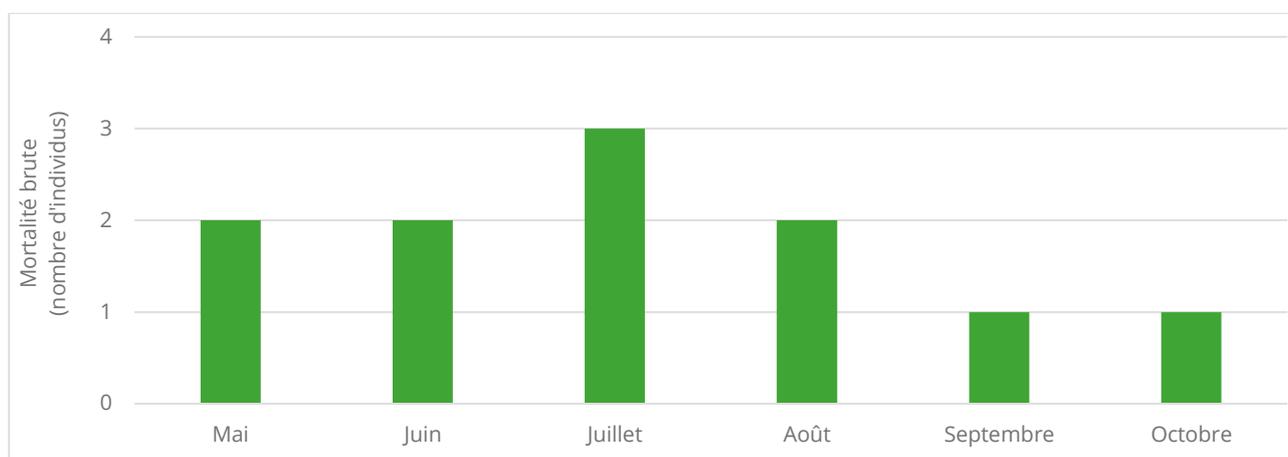


Figure 45 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi

La mortalité observée est la plus importante au mois de juillet. Les cadavres retrouvés pendant les mois de mai à août correspondent à des individus nicheurs (Alouette des champs, Étourneau sansonnet, Martinet noir, Grand Cormoran et Faucon crécerelle) et migrateur (Martinet noir). Des cadavres ont également été retrouvés aux mois de septembre et octobre. Il s'agit d'individus migrants (Roitelet à triple bandeau et Épervier d'Europe).

Par ailleurs, les deux individus trouvés hors protocole ont été retrouvés pendant le mois de mai (Ardéidé sp.) et septembre (Fauvette des jardins).

La mortalité fluctue entre 1 et 3 individus sur les mois concernés. Le faible nombre de données ne permet pas de dégager une tendance claire entre les différentes périodes. De plus, étant donné les potentiels prélèvements de cadavres entre les prospections, il n'est pas impossible que d'autres périodes soient concernées par des cas de mortalité.

Selon les résultats bruts, les cadavres ont été découverts lors de tous les mois inventoriés.

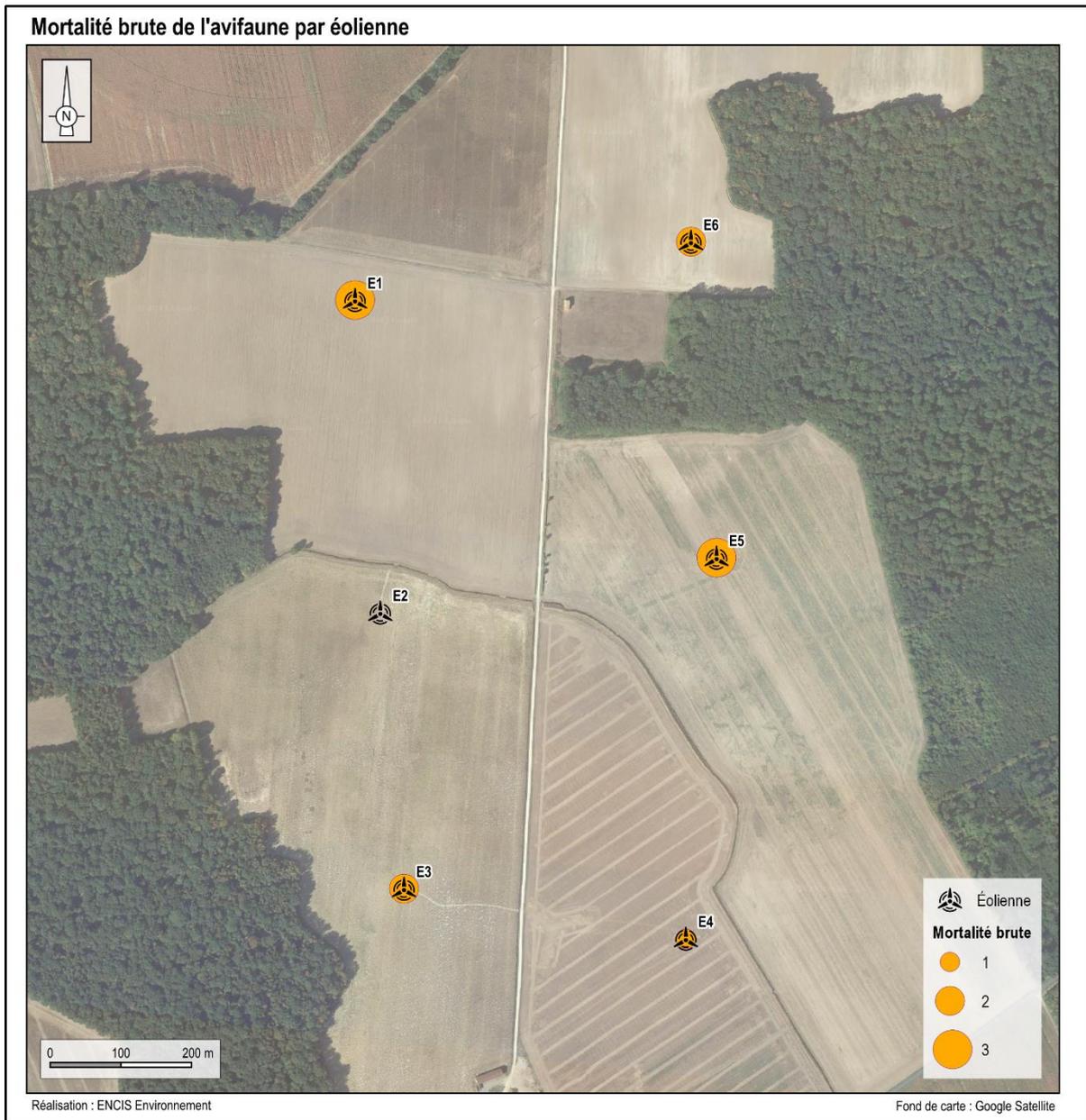
4.2.5 Résultats spatialisés par éolienne

4.2.5.1 Mortalité brute

Durant ce suivi, trois cadavres d'oiseaux ont été retrouvés sous les éoliennes E1 et E5, deux sous les éoliennes E3 et E6 et un sous l'éolienne E4 (carte suivante). Étant donné les facteurs tels que, notamment, la prédation, il n'est pas impossible que l'éolienne E2 ait provoqué une mortalité non observée lors du suivi.

Par ailleurs, les deux individus hors protocole ont été retrouvés près des éoliennes E1 et E6.

Le parc de Coulanges est implanté dans un milieu de cultures et à proximité de zones boisées. Cela peut être une des raisons expliquant les cas de mortalité sur le site.



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

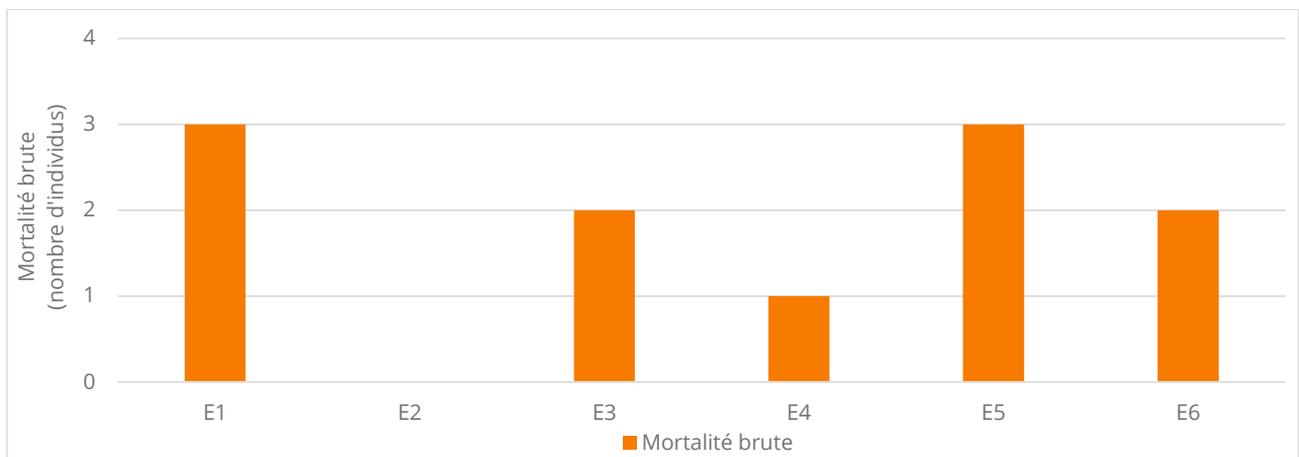


Figure 46 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi

Selon les résultats bruts, les éoliennes E1 et E5 pourraient être les plus mortifères. Toutefois, les faibles différences entre ces données ne permettent pas de conclure sur ce point.

4.2.6 Causes potentielles de la mortalité engendrée sur le parc éolien

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

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

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

D'après les caractéristiques des individus retrouvés, ainsi que des analyses spatiales et saisonnières effectuées précédemment dans ce rapport, aucune cause récurrente particulière n'a pu être identifiée comme étant à l'origine de la mortalité sur le parc de Coulanges.

Les cas de mortalité recensés semblent avoir pour origine l'occurrence ponctuelle de facteurs à risques (phénologie, comportement, conditions météorologiques, *etc.*). Le parc est implanté en cultures et proche de zones boisées, habitats correspondant aux milieux de reproduction et/ou de chasse des espèces découvertes. Les cultures accueillent notamment la reproduction de l'Alouette des champs, dont le vol de parade (vertical) présente un risque de collision (trois individus découverts).

Une mortalité accrue est suspectée entre mai et août, période correspondant généralement à la phase de reproduction.

La cause principale de la mortalité sur le parc pourrait être liée à l'emplacement du parc en zone de culture et en bordure de boisements, pouvant engendrer un risque accru sur l'avifaune. Toutefois, aucune cause récurrente particulière n'a pu être clairement identifiée.

4.2.7 Incidences spécifiques du parc éolien sur l'avifaune

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

Espèce	Statut de protection		Statut de conservation national (UICN)							Déterminant ZNIEFF	Sensibilité (collision)	Effectifs
	Directive Oiseaux	Oiseaux protégés (France)	Europe	France			Région Centre					
			Europe	R	H	M	R	H	M			
Alouette des champs	Annexe II/2	-	LC	NT	LC	NA	NT	-	-	Non	0	3
Ardéidé sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Épervier d'Europe	-	Article 3 et 6	LC	LC	NA	NA	LC	-	-	Non	2	1
Étourneau sansonnet	Annexe II/2	-	LC	LC	LC	NA	LC	-	-	Non	1	1
Faucon crécerelle	-	Article 3	LC	NT	NA	NA	LC	-	-	Non	3	1
Fauvette des jardins	-	Article 3	LC	NT	-	DD	LC	-	-	Non	0	1
Grand cormoran	-	Article 3	LC	LC	LC	NA	NT	-	-	Non	1	1
Martinet noir	-	Article 3	NT	NT	-	DD	LC	-	-	Non	1	3
Roitelet à triple bandeau	-	Article 3	LC	LC	NA	NA	LC	-	-	Non	1	1

LC : Préoccupation mineure / NT : Quasi-menacée / VU : Vulnérable / EN : En danger / CR : En danger critique / DD : Données insuffisantes / NA : Non applicable / R : Reproduction / H : Hivernage / M : Migration. 1 : déterminant seulement sur les sites naturels

 : éléments de patrimonialité.

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

4.2.7.1 Espèces patrimoniales

Parmi **les neuf espèces** concernées par des cas de mortalité, **trois espèces** sont considérées comme patrimoniales et décrites ci-après. Les références utilisées pour étayer les tendances et évolutions des populations des espèces patrimoniales sont les suivantes :

- Issa, N. & Muller, Y. coord., 2015. Atlas des oiseaux de France métropolitaine
- Nature'O'Centre, 2023. Plateforme de biodiversité (<https://natureocentre.org>). Consulté en novembre 2023

En Europe, la population de Faucon crécerelle est actuellement estimée entre 409 000 et 603 000 couples et accuse un déclin modéré (-29 % sur la période 1980-2019). Cette diminution des effectifs est également avérée en France où elle tendrait à ralentir après une période de forte intensité (-15 % entre 2001 et 2013), bien que des disparités régionales existent. Au niveau national, la population est estimée

entre 68 000 et 84 000 couples. Le Faucon crécerelle est classé « Quasi menacée » à l'échelle nationale, mais sa population régionale possède un statut de conservation favorable (« Préoccupation mineure »). Toutefois, l'espèce présente un indice de sensibilité fort (3/4) au risque de collision. Le Faucon crécerelle a fait l'objet d'un cas de mortalité en 2023. Sans récurrence de la mortalité observée chez cette espèce, l'impact du parc peut être qualifié comme faible et non-significatif en 2023. Toutefois, il sera nécessaire de surveiller si d'éventuels nouveaux cas surviennent, afin de rechercher comment en limiter les causes.

Les populations européennes d'Alouette des champs accusent un déclin modéré depuis plusieurs décennies (-58 % entre 1980 et 2021) et la population nationale est classée « Quasi menacée », notamment en raison d'une baisse des effectifs nicheurs de 25 % entre 2001 et 2018. Sur le parc de Coulanges, l'Alouette des champs représente trois cas de mortalité en 2023. L'impact du parc est ainsi considéré comme faible cette année. Toutefois, il conviendra de suivre l'apparition d'éventuels nouveaux cas de mortalité.

Les populations de Martinet noir montrent un déclin de leurs effectifs au niveau européen, tandis qu'ils seraient stables au niveau national. Le Martinet noir est classé « Quasi menacée » au niveau national. Avec trois individus retrouvés en 2023, l'impact du parc peut être qualifié comme faible et non-significatif en 2023. Il sera toutefois nécessaire de surveiller si d'éventuels nouveaux cas surviennent, afin de rechercher comment en limiter les causes.

La Fauvette des jardins est classée « Quasi menacée » au niveau national en période de reproduction. Cependant, l'individu retrouvé sur le parc de Coulanges est considéré comme un migrateur postnuptial et ne possède donc pas de statut de conservation défavorable pendant cette période.

4.2.7.1 Autres espèces

Les autres espèces concernées par des cas de mortalité, à raison d'un individu par espèce (Epervier d'Europe, Etourneau sansonnet, Grand cormoran, Roitelet à triple bandeau, Ardéidé sp.) ne possèdent pas de statuts de conservation défavorables. Compte tenu du faible nombre de cas de mortalité, l'impact du parc peut être qualifié comme faible et non-significatif sur les populations de ces espèces.

Parmi les espèces à enjeu, ciblées lors de l'étude d'impact, un cas de mortalité a été avéré en 2023. Il s'agit du Faucon crécerelle.

Compte tenu du nombre de cas de collisions, des statuts de conservation et des dynamiques de populations des espèces concernées, le parc de Coulanges ne représente pas d'impact significatif sur une espèce particulière en 2023. Toutefois, il conviendra de surveiller l'apparition de nouveaux cas de mortalité pour le Faucon crécerelle, l'Alouette des champs et le Martinet noir.

4.2.8 Comparaisons des données de 2023 avec celles de 2022, 2021 et 2020

4.2.8.1 Comparaison des résultats globaux

4.2.8.1.1 Mortalité brute

La durée de suivi est différente entre les années 2020 et 2021 (avril à octobre), 2022 (fin mai à début septembre) et 2023 (mai à octobre). La comparaison de la mortalité sur le parc de Coulanges est basée sur les sorties effectuées entre fin mai et début septembre en 2020, 2021, 2022 et 2023, qui représente la période prospectée de la même manière sur les quatre années de suivi.

Sur cette période, aucun oiseau n'a été retrouvé en 2020, deux en 2021, deux en 2022 et neuf en 2023 soit 13 individus au total (tableau suivant).

La mortalité brute en 2023 a augmenté en comparaison des trois années précédentes.

Espèce	Année			
	2020	2021	2022	2023
Alouette des champs	0	1	0	2
Faucon crécerelle	0	0	1	1
Martinet noir	0	0	0	3
Roitelet à triple bandeau	0	0	0	1
Buse variable	0	1	1	0
Étourneau sansonnet	0	0	0	1
Grand cormoran	0	0	0	1

Tableau 16 : Mortalité brute observée par espèce sur le parc en 2020, 2021, 2022 et 2023 (fin mai à début septembre)

Sur les neuf espèces retrouvées en 2023, une seule a été retrouvée lors de chaque année de suivi. Il s'agit de l'Alouette des champs (deux individus en 2020, quatre en 2021, un hors protocole en 2022 et trois en 2023). Cela en fait l'espèce la plus impactée sur le parc de Coulanges.

La mortalité brute reste faible au cours des quatre années de suivi, cependant, on constate une augmentation en 2023.

L'Alouette des champs semble être l'espèce la plus impactée sur le parc de Coulanges.

Compte-tenu de la différence du nombre de prospections réalisées ainsi que de la durée du suivi, il n'est pas possible d'établir de comparaison plus précise entre les résultats des différentes années de suivi.

4.2.8.1.2 Mortalité estimée

Compte-tenu de la différence du nombre de prospections réalisées, de la durée des suivis, etc., il n'est pas possible de comparer les calculs de mortalité estimée des quatre années de suivi.

4.2.1 Synthèse

- *La mortalité brute relevée sur l'ensemble du suivi (mai à octobre 2023) est de 11 individus (trois Alouettes des champs, trois Martinets noir, un Épervier d'Europe, un Étourneau sansonnet, un Faucon crécerelle, un Grand cormoran et un Roitelet à triple bandeau).*
- *Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 93 à 176 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 46 et 373, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).*
- *Par ailleurs, deux autres individus ont été retrouvés en dehors du protocole de suivi (un Ardéidé sp. et une Fauvette des jardins).*
- *La mortalité de l'avifaune sur le parc de Coulanges semble être liée à :*
 - *l'occurrence ponctuelle de facteurs à risques (comportement, conditions météorologiques, etc.).*
 - *la présence de milieux favorables à l'avifaune à proximité des éoliennes (zones boisées et cultures).*
- *À partir de la mortalité brute (échantillon observé), le parc de Coulanges ne présente pas, en 2023, d'impact significatif sur une espèce particulière. Cependant, une mortalité d'au moins 46 individus est estimée sur la période de suivi, pouvant concerner des espèces menacées, telles que celles précédemment recensées. Par ailleurs, en 2023, le système ProBat a été mis en place (arrêt instantané des éoliennes dès la présence d'une activité chiroptérologique). Le temps d'arrêt des éoliennes est ainsi moins important, ce qui augmente le risque de mortalité sur les oiseaux nocturnes, notamment les migrants (la programmation initiale permettait probablement de mieux protéger les oiseaux nocturnes, de façon indirecte). Ceci pourrait expliquer l'augmentation de la mortalité observée, concernant notamment plusieurs espèces migratrices nocturnes (Roitelet à triple bandeau, Martinet noir).*
- *La poursuite des suivis apparaît donc nécessaire. Par ailleurs, il sera primordial de surveiller avec attention l'évolution des cas de mortalité, notamment sur l'Alouette des champs, le Martinet noir et le Faucon crécerelle.*

4.3 Mortalité des chiroptères

4.3.1 Bilan national et européen de la mortalité des chiroptères

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

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

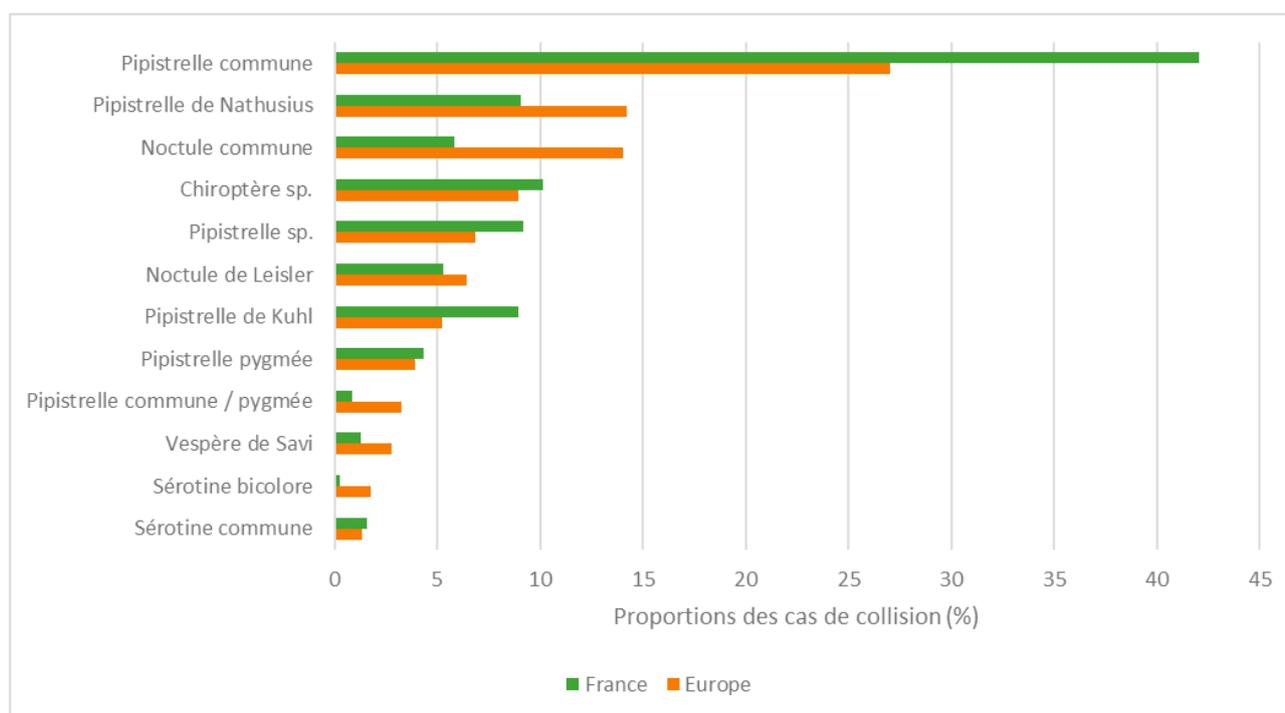


Figure 47 : Proportions des cas de collision avec les éoliennes en fonction des espèces, en France et en Europe (espèces représentant plus de 1% des cas de mortalité en Europe, d'après Dürr, 2023)

4.3.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact

L'étude d'impact, réalisée en 2016 par le bureau d'étude Envol Environnement, a révélé la présence de trois espèces à enjeu et sensibles au risque de collision, dont il conviendra de surveiller l'apparition d'éventuels cas de mortalité (figure suivante) :

- la Noctule commune ;
- la Pipistrelle commune ;
- la Pipistrelle de Nathusius.

Figure 107 : Tableau de calcul des sensibilités chiroptérologiques vis-à-vis de l'éolien (espèces recensées sur le site)

Espèces	Mortalité connue en Europe	Score relatif à la mortalité	Présence à 50 mètres de hauteur	Enjeux			Sensibilités		
				Milieux ouverts	Milieux semi-ouverts	Milieux fermés	Milieux ouverts	Milieux semi-ouverts	Milieux fermés
Barbastelle d'Europe	0,06%	10	0	13	20	19	23	30	29
Grand Murin	0,07%	10	0	0	7	6		17	16
Murin à moustaches/Brandt	0,06%	10	0	0	0	7			17
Murin de Daubenton	0,13%	10	0	7	13	0	17	23	
Murin de Natterer	0,00%	0	0	0	4	4		4	4
Noctule commune	15,79%	40	0	7	7	0	47	47	
Noctule de Leisler	6,36%	30	0	0	6	0		36	
Oreillard gris	0,10%	10	0	7	0	4	17		14
Oreillard roux	0,10%	10		5	0	0	15		
Pipistrelle commune	20,77%	40	0	14	14	14	54	54	54
Pipistrelle de Kuhl	3,61%	20	0	7	9	10	27	29	30
Pipistrelle de Nathusius	14,37%	40	0	0	14	8		54	48
Pipistrelle pygmée	2,71%	20	0	0	4	4		24	24
Sérotine commune	1,32%	20	0	5	9	7	25	29	27
TOTAL				39	90	71	225	347	263

Légende :

<p>Mortalité</p> <p>0 = Aucune mortalité</p> <p>10 = 0% ≤ mortalité connue < 0,5%</p> <p>20 = 0,5% ≤ mortalité connue < 3,7%</p> <p>30 = 3,7% ≤ mortalité connue < 9,1%</p> <p>40 = 9,1% ≤ mortalité connue</p> <p>7</p>	<p>Ecoute en altitude</p> <p>0 = Espèce non détectée en hauteur</p> <p>40 = Espèce détectée en hauteur</p>	<p>Sensibilité par espèce</p> <p>Très fort 60 ≤ x</p> <p>Fort 45 ≤ x < 60</p> <p>Modéré 30 ≤ x < 45</p> <p>Faible 15 ≤ x < 30</p> <p>Très faible x < 15</p>	<p>Sensibilité par habitat</p> <p>Très fort 350 ≤ x</p> <p>Fort 230 ≤ x < 350</p> <p>Modéré 150 ≤ x < 230</p> <p>Faible 70 ≤ x < 150</p> <p>Très faible x < 70</p>
--	---	--	---

Figure 48 : Espèces à enjeu et sensibles au risque de collision, inventoriées durant l'étude d'impact réalisée en 2016 (Envol Environnement)

4.3.3 Résultats globaux du suivi des chiroptères en 2023

4.3.3.1 Mortalité brute

Sur le parc de Coulanges, six cadavres de chiroptères appartenant à trois espèces ont été retrouvés (tableau suivant) en 2023. Les six cadavres ont été découverts lors du protocole de suivi de la mortalité. La mortalité brute est d'un individu par éolienne durant la période de suivi s'étalant de mai à octobre, soit 26 prospections, à raison d'une prospection par semaine. Cette mortalité brute est ainsi équivalente à 0,038 individu par éolienne et par sortie.

L'espèce la plus retrouvée est la Pipistrelle commune (trois individus). Par ailleurs, deux autres espèces ont été recensées, à raison de deux individus pour la Pipistrelle de Kuhl et d'un individu pour la Noctule commune.

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

Date	Espèce	Éolienne	Statut	Sexe	Âge	Source
14/06/2023	Pipistrelle commune	E6	Mise-bas et élevage des jeunes	Femelle	Adulte	Protocole
12/07/2023	Pipistrelle de Kuhl	E2	Mise-bas et élevage des jeunes	Inconnu	Adulte	
17/08/2023	Noctule commune	E1	Transits automnaux et swarming	Inconnu	Inconnu	
23/08/2023	Pipistrelle commune	E6	Transits automnaux et swarming	Inconnu	Inconnu	
26/09/2023	Pipistrelle de Kuhl	E1	Transits automnaux et swarming	Inconnu	Inconnu	
26/09/2023	Pipistrelle commune	E6	Transits automnaux et swarming	Femelle	Inconnu	

Tableau 17: Chiroptères découverts lors du suivi mortalité

Avec six cadavres de chiroptères recensés, la mortalité brute observée sur le parc de Coulanges est d'un individu par éolienne sur la période de suivi s'étalant de mai à octobre.

4.3.3.2 Mortalité estimée

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

Méthodes	Mortalité estimée				Intervalle de confiance à 95 % (mortalité globale)
	Globale	/éolienne	/sortie	/éolienne/sortie	
Erickson	49,46	8,2	1,9	0,3	14,34 – 104,11
Huso	50,7	8,5	2,0	0,3	14,75 – 108,63
Jones	93,99	15,7	3,6	0,6	24,61 – 237

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

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

Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 50 à 94 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 14 et 237 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

La précision des estimations est jugée faible (intervalles de confiance élevés). Néanmoins, les estimations s'accordent sur une mortalité d'au moins 14 individus sur la période de suivi.

Les paramètres correcteurs peuvent avoir un impact fort. C'est notamment le cas pour les valeurs correctives liées à la persistance des cadavres, qui reflète une forte prédation sur le parc de Coulanges ($t = 1,70$). En outre, la correction surfacique est assez élevée ($A = 1,75$), étant donné le grand nombre de zones non prospectables autour des éoliennes, dû notamment à la présence des cultures.

Ceci indique pourquoi la précision des estimations est peu élevée.

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

4.3.3.3 Analyse taxonomique

Les six cadavres de chiroptères trouvés correspondent à trois Pipistrelles communes, deux Pipistrelles de Kuhl et une Noctule commune. Il convient de considérer que cette mortalité observée n'est pas nécessairement représentative de la mortalité réelle. La Pipistrelle commune et la Noctule commune font partie des espèces les plus impactées en France et en Europe (cf. Bilan national et européen de la mortalité des chiroptères). La Pipistrelle de Kuhl est plus rarement découverte.

La Pipistrelle commune et la Noctule commune, découvertes sur le parc de Coulanges, sont des espèces fréquemment concernées par des cas de mortalité. La Pipistrelle de Kuhl est plus rarement découverte.

4.3.4 Résultats saisonniers

4.3.4.1 Mortalité brute

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

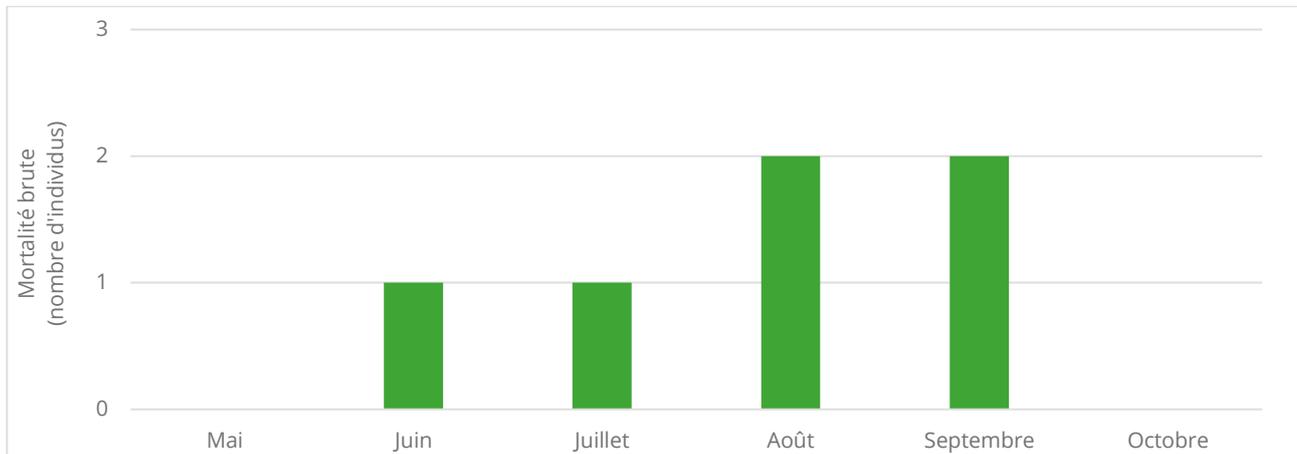


Figure 49 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi

La mortalité observée est la plus importante aux mois d'août et septembre (quatre individus). Compte tenu des caractéristiques des individus retrouvés (espèce, date, critères morphologiques), la période concernée correspond à celle du transit automnal et de swarming. Dans une moindre mesure, la période de mise-bas et d'élevage des jeunes est aussi concernée (deux individus). Par ailleurs, une absence de mortalité est constatée pendant la période de transit printanier. Néanmoins, cette phase n'a pas été prospectée dans son intégralité.

La mortalité fluctue entre 1 et 2 individus sur les mois concernés. Le faible nombre de données ne peut pas permettre de dégager une tendance claire entre ces périodes. De plus, étant donné les potentiels prélèvements de cadavres entre les prospections, il n'est pas impossible que d'autres périodes soient concernées par des cas de mortalité.

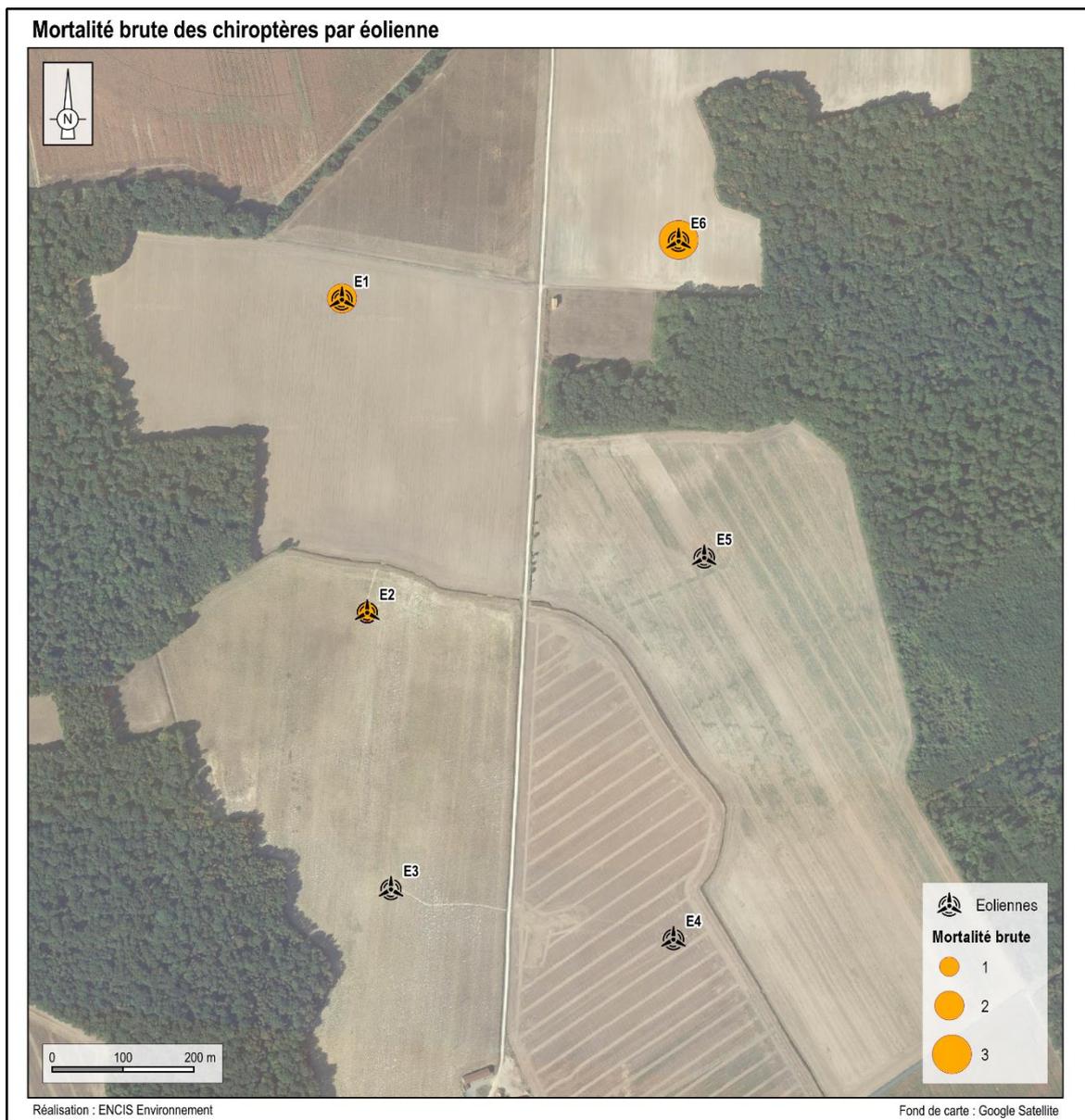
La mortalité brute des chiroptères sur le parc de Coulanges semble concentrée sur la période de mise bas et d'élevage des jeunes ainsi que la période de transits automnal et swarming.

4.3.5 Résultats spatialisés par éolienne

4.3.5.1 Mortalité brute

Durant ce suivi, six cadavres de chiroptères ont été retrouvés sous les éoliennes E1, E2 et E6 (carte suivante). Étant donné les facteurs tels que, notamment, la prédation, il n'est pas impossible que les éoliennes E3, E4 et E5 aient provoqué une mortalité non observée lors du suivi.

Des boisements sont présents à proximité de l'éolienne E6 (à l'est et au sud), en limite de quadrat de prospection. Ces milieux peuvent représenter un intérêt particulier pour les chiroptères. Les lisières étant très proches de l'éolienne, il est possible que la proximité de ces zones boisées soit la cause des cas de mortalité observés à cet endroit.



Carte 5 : Répartition des cadavres de chiroptères trouvés par éolienne

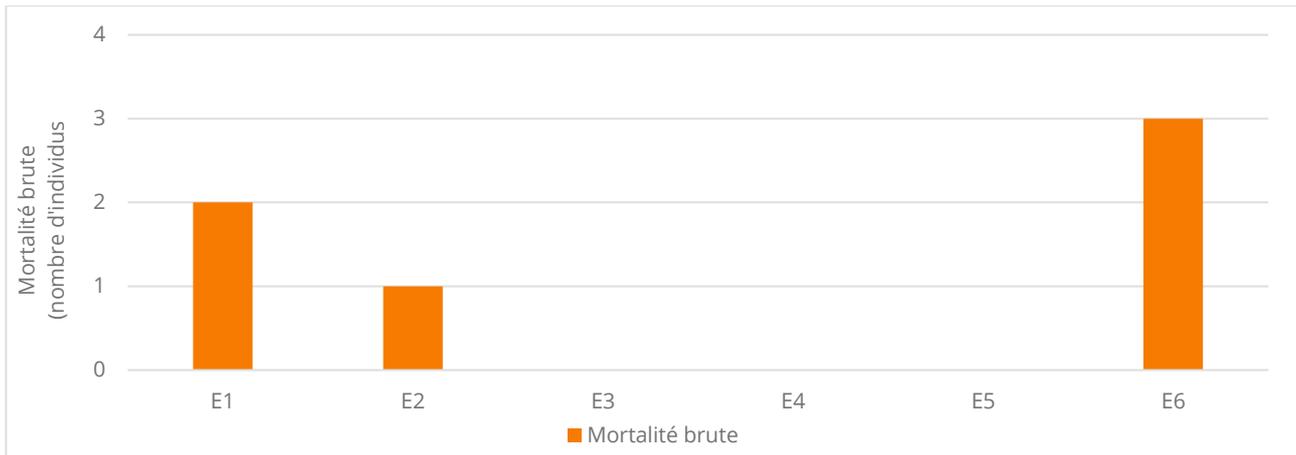


Figure 50 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi

D'après les résultats bruts, les éoliennes E1, E2, et E6 pourraient être les plus mortifères. Toutefois, les faibles différences entre ces données ne permettent pas de conclure sur ce point.

4.3.6 Causes potentielles de la mortalité engendrée sur le parc éolien

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

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

D'après les caractéristiques des individus retrouvés, ainsi que des analyses spatiales et saisonnières effectuées précédemment dans ce rapport, aucune cause récurrente n'a pu être identifiée comme étant à l'origine de la mortalité sur le parc de Coulanges. Les cas de mortalité recensés semblent avoir pour origine l'occurrence ponctuelle de facteurs à risques (phénologie, comportement, conditions météorologiques, *etc.*). Le parc est implanté à proximité de boisements de feuillus, qui correspondent aux habitats fréquentés par les espèces découvertes (Noctule commune, Pipistrelle commune et Pipistrelle de Kuhl). Des suivis complémentaires seraient nécessaires pour surveiller l'évolution de la mortalité sur le parc (notamment en période estivale).

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

- *une activité assez importante en août et septembre lors des nuits où les enregistrements ont fonctionnés,*
- *l'emplacement des éoliennes à proximité des boisements, pouvant engendrer un risque accru sur les chiroptères. Les milieux boisés sont généralement riches et densément fréquentés par les chiroptères.*

4.3.7 Incidences spécifiques du parc éolien sur les chiroptères

Le tableau suivant synthétise les statuts réglementaires et de conservation des espèces ayant été recensées, ainsi que leur note de risque éolien.

Espèce	Statut de protection		Statut de conservation (UICN)			Note de risque éolien	Effectifs
	Directive Habitat-Faune-Flore	Mammifères protégés France	Europe	France	Régionale		
Pipistrelle commune	Annexe IV	Article 2	LC	NT	LC	3,5	3
Pipistrelle de Kuhl	Annexe IV	Article 2	LC	LC	LC	2,5	2
Noctule commune	Annexe IV	Article 2	LC	VU	NT	4	1

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

Tableau 19 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées

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

La Noctule commune effectue des vols rectilignes très rapides (jusqu'à plus de 50 km/h) généralement situés entre 10 et 50 m de haut mais parfois à plusieurs centaines de mètres de hauteur (Dietz *et al.*, 2009, p. 270). La Noctule commune est vulnérable face à l'éolien. L'état des populations est en fort déclin, avec une perte estimée en France métropolitaine de 88 % de la population entre 2006 et 2019 (Bas *et al.*, 2020). Sa note de risque à l'éolien est la plus forte avec une évaluation à 4.

La Noctule commune a été la deuxième espèce la plus contactée lors des écoutes en nacelle de 2023.

Un cas de mortalité a été recensé en 2023. Compte-tenu des éléments décrits précédemment (statuts de conservation et dynamique de population), l'impact du parc sur la population de Noctule commune est jugé modéré et significatif en 2023. Un renouvellement des écoutes en nacelle (ProBat) et d'un suivi de la mortalité sera effectué en 2024.

La Pipistrelle commune peut évoluer à plus de 20 mètres de haut en forêt ou à proximité d'une lisière ou haie (Arthur et Lemaire, 2015, p. 400). Elle est plus généralement très opportuniste et peut adapter son mode de chasse selon l'environnement. Malgré un mode de chasse généralement proche du feuillage, elle fait partie des espèces présentant les plus forts taux de mortalité face aux éoliennes.

De plus, même s'il s'agit de l'espèce la plus commune, les suivis montrent un lent effritement des populations et elle pourrait perdre sur le long terme sa place d'espèce la plus abondante en Europe (Arthur et Lemaire, 2015, p. 403). Lors du dernier Plan National d'Actions chiroptère 2009-2013, cette tendance d'évolution des populations à la baisse a été constatée (PNA Chiroptères – Bilan technique final, 2014). Au niveau national, un déclin est constaté, avec une perte estimée en France métropolitaine de 9 % de la population entre 2006 et 2019 (Bas *et al.*, 2020). Sa note de risque à l'éolien est de 3,5.

Sur le site, c'est la troisième espèce la plus contactée en nacelle lors des écoutes de 2023.

Trois cas de mortalité a été recensé en 2023. Compte-tenu des éléments décrits précédemment (statuts de conservation et dynamique de population), l'impact du parc sur la Pipistrelle commune est jugé faible et non significatif en 2023. Une attention particulière devra cependant être portée à cette espèce lors des prochains suivis. Un renouvellement des écoutes en nacelle (ProBat) et d'un suivi de la mortalité sera effectué en 2024.

Parmi les espèces à enjeu et/ou à risques élevés, ciblées lors de l'étude d'impact, la Noctule commune et la Pipistrelle commune ont été recensées durant de ce suivi.

Compte tenu de la mortalité observée, le parc de Coulanges présente, à l'heure actuelle, un impact jugé significatif sur la Noctule commune. Il sera par conséquent nécessaire de surveiller avec attention l'évolution des cas de mortalité lors de la prochaine année de suivi.

4.3.1 Comparaisons des données de 2023 avec celles de 2022, 2021 et 2020

4.3.1.1 Comparaison des résultats globaux

4.3.1.1.1 Mortalité brute

La durée de suivi est différente entre les années 2020 et 2021 (avril à octobre), 2022 (fin mai à début septembre) et 2023 (mai à octobre). La comparaison de la mortalité sur le parc de Coulanges est basée sur les sorties effectuées entre fin mai et début septembre en 2020, 2021, 2022 et 2023, qui représente la période prospectée de la même manière sur les quatre années de suivi.

Sur cette période, neuf chiroptères ont été retrouvés en 2020 et 2021, deux en 2022 et quatre en 2023 soit 24 individus au total (tableau suivant). La mortalité brute en 2023 est plus faible qu'en 2020 et 2021 mais supérieure à 2022.

Les espèces les plus impactées sur les quatre années de suivi sont la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl (tableau suivant). Sur les trois espèces retrouvées en 2023, toutes ont déjà été découvertes sur le parc de Coulanges lors d'un des suivis précédents.

Espèce	Année			
	2020	2021	2022	2023
Pipistrelle de Kuhl	5	3	0	1
Pipistrelle commune	0	6	0	2
Noctule commune	1	0	0	1
Noctule de Leisler	1	0	0	0
Pipistrelle sp.	1	0	2	0
Chiroptère sp.	1	0	0	0

Tableau 20 : Mortalité brute observée par espèce sur le parc en 2020, 2021, 2022 et 2023

La mortalité brute des chiroptères en 2023 est inférieure à 2020 et 2021 mais est supérieure à 2022. Compte-tenu de la différence du nombre de prospections réalisées ainsi que de la durée du suivi, il n'est pas possible d'établir de comparaison plus précise entre les résultats des différentes années de suivi.

4.3.1.1.2 Mortalité estimée

Compte-tenu de la différence du nombre de prospections réalisées ainsi que de la durée des suivis, il n'est pas possible de comparer les calculs de mortalité estimée des quatre années de suivi.

4.3.2 Synthèse

- *La mortalité brute relevée sur l'ensemble du suivi (mai à octobre 2023) est de six individus (trois Pipistrelles communes, deux Pipistrelles de Kuhl et une Noctule commune).*
- *Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 50 à 94 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 14 et 237, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).*
- *La mortalité des chiroptères sur le parc de Coulanges semble être liée à :*
 - *la présence de milieux favorables aux chiroptères à proximité des éoliennes (boisements, haies, etc.).*
 - *la position des éoliennes à proximité des boisements de feuillus.*
- *Parmi les espèces à enjeu et/ou sensibilité élevés, ciblées lors de l'étude d'impact, la Pipistrelle commune et la Noctule commune ont été recensées durant de ce suivi.*
- *Compte tenu de la mortalité observée, le parc de Coulanges présente, à l'heure actuelle, un impact significatif sur la Noctule commune. De plus, au moins 14 cadavres sont estimés sur la période de suivi, pouvant concerner des espèces menacées comme celles déjà recensées. La poursuite des suivis apparaît donc nécessaire.*
- *Le système de bridage ProBat s'est montré peu efficace lors du suivi en 2023. Il sera donc primordial de surveiller avec attention l'évolution des cas de mortalité sur les populations de chiroptères durant la prochaine année de suivi avec un système de bridage opérationnel.*



5 Mesures correctrices

5.1 Mesures correctrices préconisées pour réduire l'incidence sur les chiroptères

Description des écoutes en nacelle

Étant donné les dysfonctionnements survenus sur le système ProBat mis en place en 2023 sur le parc éolien de Coulanges et la mortalité recensée encore trop élevée, le renouvellement de la mesure préconisée pour réduire l'incidence sur les chiroptères apparaît nécessaire pour l'année 2024. C'est pourquoi le système de bridage dynamique de type ProBat sera réinstallé sur les éoliennes E3 et E6, pour la période de mai à octobre 2024. Un nouveau suivi de la mortalité, basé sur le même protocole qu'en 2023, sera effectué parallèlement aux écoutes en hauteur. Si de nouveaux dysfonctionnements du dispositif Probat sont détectés en 2024, l'arrêt programmé couvrant 90 % de l'activité chiroptérologique mis en place en 2022 devra impérativement et immédiatement être remis en place afin de limiter les risques de mortalité des chiroptères sur le parc éolien de Coulanges, à minima le temps que le dispositif Probat fonctionne de nouveau.

Description du suivi de la mortalité

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

Ainsi, **un suivi de la mortalité est préconisé sur une grande partie du cycle biologique des oiseaux et des chiroptères et pendant la totalité de la période d'écoutes en hauteur (1^{er} mai au 31 octobre).**

Semaine n°	18 à 43
Période	mai à octobre
Fréquence des sorties	1 par semaine
Nombre de sorties sur la période	26

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

Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Réactions des oiseaux en vol confrontés à un champs d'éoliennes sur leur trajectoire (d'après Albouy et al, 2001).....	14
Figure 2 : Tendances des populations pour six espèces de chauves-souris en France entre 2006 et 2018 (Bas et al., 2020)	18
Figure 3 : Diminution de l'activité de la Sérotine commune sur le parc éolien de Midlum (Bach & Rahmel 2004)	20
Figure 4 : Ration du temps passé en hauteur pour chaque espèce de chiroptères (Adapté de Roemer et al., 2017).	22
Figure 5 : Représentation schématique des comportements de vols de chauves-souris à proximité d'une éolienne.....	23
Figure 6 : Effet de différents paramètres sur l'activité des chiroptères mesurée en nacelle d'éolienne (sur 69 éoliennes dans 35 sites dans 5 différentes régions naturelles en Allemagne en 2008) (Behr et al., 2017)	26
Figure 7 : Modèles d'activité nocturne de plusieurs espèces de chiroptères tout au long de la saison par rapport au coucher du soleil (Newson et al., 2015).....	27
Figure 8 : Nombre de mortalités de chauves-souris par éolienne et par an en fonction de la garde au sol et du diamètre de rotor (Traduit de Dürr 2019, SFPEM 2020)	29
Figure 9 : Contours isolignes des déclinés de population projetés après 50 ans de croissance simulée avec une mortalité proportionnelle des chauves-souris cendrées causées par les éoliennes selon des combinaisons de tailles de population initiales possibles (N_i) et de taux de croissance de population (λ) (Frick et al., 2017)	31
Figure 10 : Schéma de principe du système ProBat (Sens Of Life).....	38
Figure 11 : Indices de confiance établis par SonoChiro® et risques d'erreurs associés	39
Figure 12 : Schéma du parcours théorique au pied d'une éolienne.....	44
Figure 13 : Tableau de synthèse des enjeux et des sensibilités chiroptérologiques (Envol Environnement, 2016)	57
Figure 14 : Espèces sensibles au risque de collision et synthèse des enjeux (Envol Environnement, 2016)	58
Figure 15 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur l'ensemble de la période d'étude pour l'éolienne E3	60
Figure 16 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur l'ensemble de la période d'étude pour l'éolienne E6	61
Figure 17: Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement pour l'éolienne E3..	62
Figure 18: Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement pour l'éolienne E6..	63
Figure 19 : Répartition du nombre de contacts par jours durant l'ensemble de la période d'inventaire pour l'éolienne E3.....	65

Figure 20 : Répartition du nombre de contacts par jours durant l'ensemble de la période d'inventaire pour l'éolienne E6.....	66
Figure 21 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien pour l'éolienne E367	
Figure 22 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien pour l'éolienne E6	68
Figure 23 : Activité des chiroptères en fonction de la température sur l'éolienne E3.....	70
Figure 24 : Activité des chiroptères en fonction de la température sur l'éolienne E6.....	70
Figure 25: Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la température sur l'éolienne E3.....	71
Figure 26: Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la température sur l'éolienne E6.....	71
Figure 27 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent sur l'éolienne E3.....	72
Figure 28 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent sur l'éolienne E6.....	72
Figure 29 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction du vent sur l'éolienne E3.....	73
Figure 30 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction du vent sur l'éolienne E6.....	73
Figure 31: Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur les trois premières années de suivi.....	76
Figure 32 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces pour le suivi 2023 (deux dispositifs).....	77
Figure 33 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement en 2020.....	77
Figure 34 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement en 2021.....	78
Figure 35 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement en 2022.....	78
Figure 36 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement en 2023.....	78
Figure 37: Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien pour les trois premières années de suivi.....	79
Figure 38: Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien pour le suivi 2023 (deux dispositifs).....	80
Figure 39: Activité des chiroptères en fonction de la température pour les trois premières années de suivi.....	81
Figure 40: Activité des chiroptères en fonction de la température pour le suivi 2023 (deux dispositifs).	81
Figure 41: Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent pour les trois premières années de suivi.....	82
Figure 42: Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent pour le suivi 2023 (deux dispositifs).....	82
Figure 43 : Proportions (%) des cas de collision avec les éoliennes en fonction des ordres, en France et en Europe (d'après Dürr, 2023).....	90
Figure 44 : Espèces à enjeu et sensibles au risque de collision, inventoriées durant l'étude d'impact réalisée en 2016 (Envol Environnement).....	91
Figure 45 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi.....	94
Figure 46 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi.....	96
Figure 47 : Proportions des cas de collision avec les éoliennes en fonction des espèces, en France et en Europe (espèces représentant plus de 1% des cas de mortalité en Europe, d'après Dürr, 2023).....	102
Figure 48 : Espèces à enjeu et sensibles au risque de collision, inventoriées durant l'étude d'impact réalisée en 2016 (Envol Environnement).....	103

Figure 49 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi	106
Figure 50 : Mortalité brute par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi	108

Tableaux

Tableau 1 : Habitat et type de milieu inventorié.....	40
Tableau 2 : Paramètres des tests de d'efficacité effectués sur l'année de suivi	47
Tableau 3 : Postulats de chaque méthode d'estimation.....	51
Tableau 4 : Répartition du nombre de contacts par espèce pour les éoliennes E3 et E6	59
Tableau 6 : Répartition du nombre de contacts en hauteur en fonction des phases biologiques pour l'éolienne E3	61
Tableau 7 : Répartition du nombre de contacts en hauteur en fonction des phases biologiques pour l'éolienne E6	61
Tableau 8 : Répartition du nombre de contacts en fonction des mois d'inventaires pour l'éolienne E3 .	63
Tableau 9 : Répartition du nombre de contacts en fonction des mois d'inventaires pour l'éolienne E6 .	63
Tableau 10: Résultats de la diversité spécifique en fonction des études menées sur le site	75
Tableau 11 : Résultats des tests d'efficacité	87
Tableau 12 : Résultats des tests de persistance	87
Tableau 13 : Synthèse des surfaces prospectées	88
Tableau 14 : Oiseaux découverts lors du suivi mortalité	92
Tableau 15 : Estimations de la mortalité de l'avifaune pour l'ensemble du parc sur la période de suivi selon les méthodes utilisées	93
Tableau 16 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées	98
Tableau 17 : Mortalité brute observée par espèce sur le parc en 2020, 2021, 2022 et 2023 (fin mai à début septembre).....	100
Tableau 18: Chiroptères découverts lors du suivi mortalité	104
Tableau 19 : Estimations de la mortalité des chiroptères pour l'ensemble du parc sur la période de suivi selon les méthodes utilisées	104
Tableau 20 : Statuts des différentes espèces impactées et nombre de collision observées	110
Tableau 21 : Mortalité brute observée par espèce sur le parc en 2020, 2021, 2022 et 2023	112
Tableau 22 : Synthèse des surfaces prospectées lors des suivis de la mortalité	139

Cartes

Carte 1 : Localisation du parc éolien de Coulanges.....	8
Carte 2 : Localisation du parc éolien de Coulanges sur photographie aérienne	9
Carte 3 : Localisation et dénomination des dispositifs TrackBat.....	41
Carte 4 : Répartition des cadavres d'oiseaux trouvés par éolienne	96
Carte 5 : Répartition des cadavres de chiroptères trouvés par éolienne	107

Photographie

Photo 1 : Exemple de situation à risque : brouillard en hauteur masquant tout ou partie des pales.....	17
--	----

Bibliographie

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

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

- Bastos, R., M. Santos & J.A. Cabral (2013): A new stochastic dynamic tool to improve the accuracy of mortality estimates for bats killed at wind farms. *Ecological Indicators*, 34: 428–440.
- Bauer K. 1960. Die Säugetiere des Neusiedlersee-Gebietes (Österreich), Bonn. *Zool. Beitr.* 11(2-4): 141-344.
- Behr, O. & O. von Helversen (2005): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark "Roßkopf" (Freiburg i. Br.). - Unpubl. report: 37 pp + maps.
- Behr, O. & O. von Helversen (2006): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen – Wirkungskontrolle zum Windpark „Roßkopf“ (Freiburg i. Br.) im Jahre 2005. Unpubl. report for 2005 on behalf of Regiowind GmbH & Co. KG Freiburg, 32 pages + maps.
- Behr O. Brinkmann R. Niermann I. & Korner-Nievergelt F. 2011. Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & M. Reich, (Hrsg.): Entwicklung
- Bernardino J., R. Bispo, H. Costa & M. Mascarenhas (2013): Estimating bird and bat fatalities at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. *New Zealand Journal of Zoology* 40 (1): 63-74.
- Bernardino, J., R. Bispo, R. Rebelo, M. Mascarenhas & H. Costa (2011): Enhancing carcass removal trials at three wind energy facilities in Portugal. *Wildl. Biol. Pract.* 7(2): 1-14.
- Beucher, Y., V. Kelm, F. Albespy, M. Geyelin, L. Nazon & D. Pick (2013): Parc éolien de Castelnaud-Pegayrols (12): Suivi pluriannuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2ème, 3ème et 4ème années d'exploitation (2009-2001), 111 pages
- BirdLife International (2021). *European Red List of Birds*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Bispo, R., G. Palminha, J. Bernardino, T. Marques, & D. Pestana (2010): A new statistical method and a web-based application for the evaluation of the scavenging removal correction factor. *Proceedings of the VIII Wind Wildlife Research Meeting, Denver, USA.*
- Brinkmann, R., H. Schauer-Weisshahn & F. Bontadina (2006): Survey of possible operational impacts on bats by wind facilities in Southern Germany. Final report submitted by the Administrative District of Freiburg, Department of Conservation and Landscape management and supported by the foundation Naturschutzfonds
- Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich (ed.) (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. *Umwelt und Raum* 4, 457 pages
- Camina, A. (2012): Bat fatalities at wind farms in northern Spain – lessons to be learned. *Acta Chiropterologica* 14(1): 205-212
- Collins J. & Jones G. 2009. Differences in bat activity in relation to bat detector height: implications for bat surveys at proposed windfarm sites. *Acta Chiropterol.*, 11(2): 343-350.
- Cornelis N, Strehler-Perrin C, Balsiger L *et al.*, (2016). Évaluation des impacts résiduels cumulés des éoliennes du Jura vaudois et des régions limitrophes sur la faune ailée.

- Cornut, J. & S. Vincent (2010a): Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. GCRA & LPO Drôme, 42 pages
- Cornut, J. & S. Vincent (2010b): Suivi de la mortalité de chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. *Le Bièvre* 24: 51-57. Disponible sur : <http://coraregion.free.fr/images/bievre/bievre24.pdf>
- Cryan P.M. Gorrensens P.M. Hein C.D. Schirmacher M.R. Diehl R.H.Huso M.M. Hayman D.T.S. Fricker P.D. Bonaccorso F.J. Johnson D.H. Hesit. H. & Dalton D.C. 2014. Behavior of bats at wind turbines. PNAS. doi: 10.1073/pnas.1406672111
- De Lucas M *et al.*, (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance.
- Dechmann, D.K.N., Wikelski, M., Ellis-Soto, D., Safi, K. & O'Mara, M.T. (2017) Determinants of spring migration departure decision in a bat. *Biology letters*, 13, 20170395.
- DGPR, DGALN, MTES, MNHN, LPO, SFEPM, SER, FEE. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, révision 2018.
- Dietz C. Von Helversen O. & Nill D. 2009. L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord : Biologie, caractéristiques, protection. Delachaux et Niestlé, Paris, France. 400 p.
- Drewitt, A.L., Langston, R.H.W., 2008. Collision Effects of Wind-power Generators and Other Obstacles on Birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134, 233–266. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.015>.
- Drewitt, A.L., Langston, R.H.W., 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148, 29–42. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2006.00516.x>.
- Dubourg-Savage M.-J., Bach L. & Rodrigues L., 2009, Bat mortality in wind farms in Europe. 1st International Symposium on Bat Migration, Berlin, pp.16-18
- Dubourg-Savage, M.J., L. Rodrigues, H. Santos, P. Georgiakakis, E. Papadatou, L. Bach & J. Rydell (2011): Pattern of bat fatalities at wind turbines in Europe: comparing north and south. Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, NINA Report 693. Proceedings, poster abstract: 124
- Dulac, P. (2008): Évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée/ADEME Pays de la Loire/Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon, Nantes, 106 pages.
- Duriez, O., Pilard, P., Saulnier, N., Patrick, B., Besnard, A., 2022. Windfarm collisions in medium-sized raptors: even increasing populations can suffer strong demographic impacts. *Animal Conservation* 26. <https://doi.org/10.1111/acv.12818>.
- Dürr, T. (2001): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 10: 182.
- Dürr, T. 2007. Möglichkeiten zur Reduzierung von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen in Brandenburg. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3): 238-252
- Dürr, T. & L. Bach (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen - Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7*: 253-264
- Écosphère, (2016). Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions » (Écosphère, 2016, complété en 2017).

- Écosphère, Roue S, Thauront M, Jung, 2013. Suivis de mortalité : Protocoles, abaques, optimisation des fréquences de passage et collecte nationale de données.
- Endl, P., U. Engelhart, K. Seiche, S. Teufert & H. Trapp (2005): Untersuchungen zum Verhalten von Fledermäusen und Vögeln an ausgewählten Windkraftanlagen im Landkreis Bautzen, Kamenz, Löbau-Zittau, Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Stadt Görlitz Freistaat Sachsen. Unpubl. report for Staatliches Umweltfachamt Bautzen: 135 pp.
- Erickson, W. P. *et al.*, 2004. Stateline wind project wildlife monitoring final report, July 2001 — December 2003. — Tech. Rep. peer-reviewed by and submitted to FPL Energy, the Oregon Energy Facility Siting Council, and the Stateline Technical Advisory Committee.
- Erickson *et al.*, 2011. Avian and bat mortality associated with the Vansycle Wind Project, Umatilla County, Oregon: 1999 study year. WEST, Inc. for Umatilla County Department of Resource Services and Development, Pendleton, Oregon. 21 p.
- Erickson WP, Johnson GD, Strickland DM, Young DP Jr., Sernka KJ, Good RE (2001). Avian Collisions with Wind Turbines: A Summary of Existing Studies and Comparisons to Other Sources of Avian Collision Mortality in the United States.
- Erickson WP, Johnson GD, Young DP Jr. (2005). A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions.
- Erkert H.G. 1982. Ecological aspects of bat activity rhythms, p. 201-242. In: T.H. Kunz (Ed.). Ecology of bats. New York, Plenum Press, XVIII+425p.
- Farfán, M.A., Vargas, J.M., Duarte, J., Real, R., 2009. What is the impact of wind farms on birds? A case study in southern Spain. *Biodivers Conserv* 18, 3743–3758. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9677-4>.
- Fernández-Bellon, D., Wilson, M.W., Irwin, S., O'Halloran, J., 2019. Effects of development of wind energy and associated changes in land use on bird densities in upland areas. *Conservation Biology* 33, 413–422. <https://doi.org/10.1111/cobi.13239>.
- Fielding AH *et al.*, (2006). Spatial association as an indicator of the potential for future interactions between wind energy developments and golden eagles *Aquila chrysaetos* in Scotland.
- Frick, W.F., Baerwald, E.F., Pollock, J.F., Barclay, R.M.R., Szymanski, J.A., Weller, T.J., Russell, A.L., Loeb, S.C., Medellin, R.A. & McGuire, L.P. (2017) Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. *Biological Conservation*, 209, 172–177.
- Fure, A. (2006): Bats and lighting. *The London Naturalist* 85: 1-20.
- Garcia DA, Canavero G, Ardenghi F, Zambon M (2015). Analysis of wind farm effects on the surrounding environment : Assessing population trends of breeding passerines.
- Gaultier, S.P., Marx, G., Roux, D., 2019. Éoliennes et biodiversité : Synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15363.73765>
- Gelman, A., Pardoe, I., 2006. Bayesian measures of explained variance and pooling in multilevel (hierarchical) models. — *Technometrics* 48: 241–251.
- Georgiakakis, P. Kret E. Cárcamo B. Doutau B. Kafkaletou-Diez A. Vasilakis D. & Papadatou E. 2012. Bat fatalities at wind farms in north-eastern Greece. *Acta Chiropterologica* 14 (2): 459-468.
- Gerell-Lundberg K. & Gerell R. 1994. The mating behaviour of the pipistrelle and the Nathusius' pipistrelle (Chiroptera) - A comparison. *Folia Zoologica* 43 (4): 315-324.

- Grindal, S.D. & R.M. Brigham (1998): Short-term effects of small-scale habitat disturbance on activity by insectivorous bats. *J. Wildl. Manage* 62 (3): 996–1003.
- Grodsky, S.M., M.J. Behr, A. Gendler, D. Drake, B.D. Dieterle, R.J. Rudd & N.L. Walrath (2011): Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammalogy* 92(5): 917–925.
- Groupe Chiroptères de la SFPEM, 2016. – Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de Chiroptères, Version 2 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 17 pages.
- Grünkorn, T., A. Diederichs, B. Stahl, D. Dörte & G. Nehls (2005): Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergie-anlagen. Unpubl. report for Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein: 92 pp.
- Grünkorn T, von Rönn J, Blew J, Nehls G, Weitekamp S, Timmermann H, Reichenbach M, Coppack T (2016). Détermination des taux de collision des oiseaux (y compris rapaces) et principes fondamentaux pour prévoir et évaluer le risque de collision dans la conception des projets éoliens (projet de recherche PROGRESS). (p27).
- Hayes, M.A. (2013): Bats Killed in Large Numbers at United States Wind Energy Facilities. *BioScience* 63(12): 975-979.
- Hayes, M. A., L. A. Hooton, K. L. Gilland, C. Grandgent, R. L. Smith, S. R. Lindsay, J. D. Collins, S. M. Schumacher, P. A. Rabie, J. C. Gruver, and J. Goodrich-Mahoney. (2019) A smart curtailment approach for reducing bat fatalities and curtailment time at wind energy facilities. *Ecological Applications* 00(00):e01881.
- Hedenström A. 2009. Optimal migration strategies in bats. *Journal of Mammalogy*, 90(6):1298–1309, 2009
- Heim, O., Schröder, A., Eccard, J., Jung, K. & Voigt, C.C. (2016) Seasonal activity patterns of European bats above intensively used farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 233, 130–139.
- Hensen, von F. (2004): Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen. *Nyctalus (N.F.)* 9 (5): 427-435.
- Hodos W (2003). Minimization of Motion Smear: Reducing Avian Collisions with Wind Turbines. (p43).
- Horn J.W. Arnett E.B. & Kunz T.H. 2008. Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *The Journal of Wildlife Management* 72(1): 123-132
- Holzhaider J. & Zahn A. 2001. Bats in the Bavarian Alps : species composition and utilization of higher altitudes in summer. *Z. Säugetierk.*, 66(2) : 144-154.
- Hötker H, Thomsen KM, Jeromin H (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. (p65).
- Hull C.L. & Cawthen L. 2013. Bat fatalities at two wind farms in Tasmania, Australia: Bat characteristics, and spatial and temporal patterns. *New Zealand Journal of Zoology* 40(1): 5–15.
- Huso, M.M.P. (2010): An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*: doi: 10.1002/env.
- Huso, M. *et al.*, 2012. Fatality estimator users guide. — US Geological Survey Data Series 729.
- Hutterer R. Ivanova T. Meyer-Cords C. & Rodrigues L. 2005. Bat migrations in Europe. A review of banding data and literature. *Natursch. Biol. Vielf.*, 28 : 3-162 + app.

- Jain, A. *et al.*, 2007. Annual report for the Maple Ridge wind power project: post-construction bird and bat fatality study 2006. Final report. — L. Curry & Kerlinger. Syracuse, NY, Curry & Kerlinger, LLC: 53.
- Johnson G.D. Erickson W.P. Strickland M.D. Shepherd M.F. & Shepherd D.A. 2003. Mortality of bats at a Large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. – *Am. Midl. Nat.* 150: 332-342.
- Jones *et al.*, (2009). Altamont Pass Wind Resource Area 48-Hour Search Interval Bird Fatality Study. (p22).
- Kaňuch P. and Krištín A. 2007. Factors influencing bat assemblages in forest parks. *Ekológia (Bratislava)* 24:45–56.
- Kapfer G. & Aron S. 2007. Temporal variation in flight activity, foraging activity and social interactions by bats around a suburban pond. *Lutra*, 50(1) : 9-18.
- Kerns J. Erickson W.P. & Arnett E.B. 2005. Bat and bird fatality at wind energy facilities in Pennsylvania and West Virginia in Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines, Pour Bat and Wind Energy Cooperative. E.B Arnett, ed. pp. 24-95.
- Körner-Nievergelt, F., Brinkmann R., I. Niermann & O. Behr (2013): Estimating Bat and Bird Mortality Occurring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. *PLoS ONE* 8 (7): e67997. doi: 10.1371/journal.pone.0067997
- Korner-Nievergelt, F., P. Korner-Nievergelt, O. Behr, I. Niermann, R. Brinkmann & B. Hellriegel (2011): A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildl. Biology* 17 (4): 350-363
- Kronwitter F. 1988. Population structure, habitat use and activity patterns of the Noctule bat, *Nyctalus noctula* Schreb., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae) revealed by radio-tracking. *Myotis*, 26: 23 -85.
- Krijgsveld KL *et al.*, (2009). Collision risk of birds with modern large wind turbines. (p10).
- Krüger T, Garthe S (2001). Flight altitudes of coastal birds in relation to wind direction and speed. (p14).
- Kunz, T.H., Arnett E.B., Erickson W.P., Hoar A.R., Johnson G.D., Larkin R.P., Strickland M.D., R.W. Thresher & M.D. Tuttle (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs and hypotheses. *Frontiers in Ecology* 5: 315–324.
- Lagrange, H., E. Roussel, A.-L. Ughetto, F. Melki, G. Steinmetz & C. Kerbirou (2011): Chirotech, A Multi-Factorial Mitigation process to reduce Bat fatalities at wind energy facilities. In: Hutson A.M., P.H.C. Lina (eds.): XII European Bat Research Symposium - Programme, abstract, list of participants: 33.
- Lagrange, H., P. Rico, Y. Bas, A-L. Ughetto, F. Melki & C. Kerbirou (2013): Mitigating bat fatalities from wind-power plants through targeted curtailment: results from 4 years of testing of CHIROTECH®. Presentation at the CWE in Stockholm 5-7 February 2013 and at the 16th International Bat Research Conference, Costa Rica.
- Le Champion T. & Dubos T. 2017. Etude la migration des chauves-souris en Bretagne 2013-2016 : rapport final mai 2017. G.M.B., 52 p.
- Lebreton, J.-D. *et al.*, 1992. Modelling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. — *Ecol. Monogr.* 62: 67–118.
- Lehnert, L.S., Kramer-Schadt, S., Schönborn, S., Lindecke, O., Niermann, I. & Voigt, C.C. (2014) Wind farm facilities in Germany kill noctule bats from near and far. *PLoS ONE*, 9, e103106.

- Limpens H.J.G.A. Boonman, M. Korner-Nievergelt F. Jansen E.A. Van der Valk M. La Haye M.J.J. Dirksen S. & Vreugdenhil S.J. 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013. 12, Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg.
- Long, C. V., J.A. Flint & P.A. Lepper (2011): Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? *European Journal of Wildlife Research* 57 (2), 323-331.
- Loss SR, Will T, Marra PP (2013). Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. (p9).
- Madders M, Whitfield DP (2006). Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. (p14).
- Martin, C.M., Arnett, E.B., Stevens, R.D. & Wallace, M.C. (2017) Reducing bat fatalities at wind facilities while improving the economic efficiency of operational mitigation. *Journal of Mammalogy*, 98, 378-385.
- Marx G., (2017). Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. Juin 2017, actualisé en septembre 2017, 92 p.
- McAney C.M. & Fairley J.S. 1990. Observations at summer roosts of the lesser horseshoe bat in Co. Clare. *Ir. Nat. J.* 23(1).
- MRNF. 2008. Protocole de suivi des mortalités d'oiseaux de proie et de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec – 8 janvier 2008. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Secteur Faune Québec. 18 pages.
- Natural England (2007): Disturbance and protected species: understanding and applying the law in England and Wales. Natural England, 24/8/07, 30 pages. Available: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140605090108/http://www.naturalengland.org.uk/Images/esisgd_tcm6-3774.pdf
- Niermann, I., O. Behr & R. Brinkmann (2007): Methodische Hinweise und Empfehlungen zur Bestimmung von Fledermaus-Schlagopferzahlen an Windenergiestandorten. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3): 152-162.
- Niermann I. Brinkmann R. Korner-Nievergelt F. Behr O. 2011. Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. (ed.): *Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen*. *Umwelt und Raum* 4: 40-115
- Norberg U.M. Rayner J.M.V. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 316: 335-427.
- Parsons S. & Jones G. 2000. Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. *J. exp. Biol.* 203: 2641±2656.
- Parsons, K.N., G. Jones, I. Davidson-Watts & F. Greenaway (2003): Swarming of bats at underground sites in Britain - implications for conservation. *Biol. Conservation* 111 (1): 63-70.
- Péron, G., J.E. Hines, J.D. Nichols, W.L. Kendall, K.A. Peters & D.S. Mizrahi (2013) Estimation of bird and bat mortality at wind-power farms with superpopulation models. *Journal of Applied Ecology* 50(4): 902-911.

- Pollock, R. 2007. Recommended formulas for adjusting fatality rates. California guidelines for reducing impacts to birds and bats from wind energy development. Final commission report. C. E. C. a. C. D. o. F. a. Game. — California Energy Commission, Renewables Committee, and Energy Facilities Sitting Divisions, and California Dept of Fish and Game, Resources Management and Policy Division, pp. 117–118.
- Powlesland, R.G., 2009. Impacts of wind farms on birds: a review, Science for conservation. Pub. Team, Dept. of Conservation, Wellington, N.Z.
- Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, 2015.
- Rachwald A. 1992. Habitat preference and activity of the noctule bat *Nyctalus noctula* in the Bialowieza Primeval Forest. *Acta Theriol.* 37, 413-422.
- Redell D. Arnett E.B. Hayes J.P. & Huso M. 2006. Patterns of pre-construction bat activity at a proposed wind facility in south-central Wisconsin. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. 52 p.
- Rico, P. & H. Lagrange (2011): Chirotech, Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Mas de Leuze (commune de Saint-Martin-de-Crau, 13) 2011. Rapport Biotope, contrat n°8 pour l'ADEME, 51 pages.
- Rodrigues L. Bach L. Dubourg-Savage M.-J. Goodwin J. & Harbush C. 2008. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. EUROBATS Publication Series No. 3 (version française). PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany
- Rodrigues, L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, B.Karapandza, D.Kovac, T.Kervyn, J.Dekker, A.Kepel, P.Bach, J.Collins, C.Harbusch, K.Park, B.Micevski, J.Minderman (2015) Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens – Actualisation 2015. EUROBATS Publication Serie N° 6 (Version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133p.
- Rollins, K.E., D. K. Meyerholz, G.D. Johnson, A.P. Capparella & S.S. Loew (2012): A Forensic Investigation Into the Etiology of Bat Mortality at a Wind Farm: Barotrauma or Traumatic Injury? *Veterinary Pathology* 49 (2): 362-371
- Russ J.M. 1999a. The bats of Britain and Ireland. Echolocation calls, sound analysis and species identification. Newtown: Alana Books. 102
- Russ J.M. 1999b. The Microchiroptera of Northern Ireland: community composition, habitat associations and ultrasound. Unpubl. PhD thesis, The Queen's University of Belfast
- Rydell J. Bach L. Dubourg-Savage M.-J. Green M. Rodrigues L. & Hedenström A. 2010a. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2): 261-274
- Rydell J. Bach L. Dubourg-Savage M.-J. Green M. Rodrigues L. & Hedenström A. 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *Eur. J. Wildl. Res.*, 56(6) : 823-827.
- Rydell, J., Engström, H., Hedenström, J.K.L., Pettersson, J. & Green, M. (2012). The effect of wind power on birds and bats - A synthesis. The Swedish Environmental Protection Agency. Report 6511. 152p.
- Sané, F. (2012): Contrôle de l'impact post-implantation du parc éolien de Lou Paou sur les habitats, l'avifaune et les chiroptères : Bilan de 3 années de suivi (2008-2009-2010). ALEPE, unpublished report for EDF EN, 111 pages.

- Sattler T. & Bontadina F. 2005. Bases pour l'évaluation écologique de deux secteurs d'installations éoliennes en France sur la base de la diversité et l'activité des chauvessouris. – Compte-rendu succinct, SWILD, Zürich par ordre de Megawatt Eole, Stuttgart, 23p.
- Schaub, A., J. Ostwald & B.M. Siemers (2008): Foraging bats avoid noise. *The Journal of Experimental Biology* 211: 3174-3180.
- Schwemmer, P., Mercker, M., Haecker, K., Kruckenberg, H., Kämpfer, S., Bocher, P., Fort, J., Jiguet, F., Franks, S., Elts, J., Marja, R., Piha, M., Rousseau, P., Pederson, R., Düttmann, H., Fartmann, T., Garthe, S., 2023. Behavioral responses to offshore windfarms during migration of a declining shorebird species revealed by GPS-telemetry. *Journal of Environmental Management* 342, 118131. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118131>.
- Seiche K. Endl P. & Lein M. 2007. Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen – Ergebnisse einer landesweiten Studie. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3): 170-181.
- Silva R. 2009. Effet des conditions météorologiques sur l'activité de chasse des Chiroptères. M.N.H.N., C.R.B.P.O., 36p.
- Smallwood, K. 2007. Estimating wind turbine – Caused bird mortality. — *Journal of wildlife management* 71(8) : 2781-2791.
- Soufflot, J., 2010. Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éoliens en Champagne- Ardenne. LPO.
- Stone, E.L., G. Jones & S. Harris (2009): Street Lighting Disturbs Commuting Bats. *Current Biology* 19(13): 1123-1127. Doi: 10.1016/j.cub.2009.05.058.
- Swift S.M. 1980. Activity patterns of pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) in north-east Scotland. *Journal of Zoology, London*, 190, 285-295.
- Therkildsen OR, Elmeros M (2015). First year post-construction monitoring of bats and birds at wind turbine test Centre Østerild. (p128).
- Thonnerieux Y - Natur'ailes (2005). Éoliennes et Oiseaux : quelles conséquences ? (p6).
- Voigt, Ch.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann & S. Kramer-Schadt (2012): The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conservation* 153: 80-86
- Warren-Hicks, W., J. Newman, R. Wolpert, B. Karas & L. Tran (2013): Improving methods for estimating fatality of birds and bats at wind energy facilities. Public Interest Energy Research (PIER) Program. Final Project Report. California Energy Commission. February 2013.
- Werner, S., Aschwanden, J., Heynen, D., Schmid, H., 2018. Les oiseaux et l'énergie éolienne : Etude et évaluation de projets soumis à une EIE. Recommandations de la Station ornithologique suisse. Station ornithologique suisse, Sempach.
- Whitaker J.O.Jr. 1998. Life history and roost switching in six summer colonies of eastern pipistrelles in buildings. *Journal of Mammalogy* 79 (2): 651-659.
- Young Jr DP, Erickson WP, Strickland MD, Good RE, Sernka KJ (2003). Comparison of avian responses to UV-Light-Reflective Paint on Wind Turbines. (p67).

Annexes

Annexe 1 : Formulaire général (suivi mortalité)

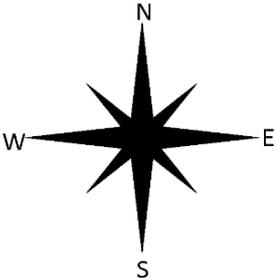
Site :					Observateur :				
Date	Heure		T°C		Couverture nuageuse (%)	Pluie (absente, bruine, averses)	Vent (absent, faible, moyen à fort)	Surface prospectée (approx.)	Cadavre (n° + espèce)
	Début	Fin	Début	Fin					

Annexe 2 : Formulaire de découverte d'un cadavre (suivi mortalité)

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

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

Annexe 3 : Fiche de saisie standardisée de la mortalité

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) : <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  </div>			
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 4 : Sorties mortalité réalisées en 2023

Chercheurs	Période biologique avifaune (théorique)	Période biologique chiroptère (théorique)	Date	H. début	H. fin	T. début (°C)	T. fin (°C)	CN (%)	Pluie	Vent
Adrien DEXET	Nidification (1 ^{er} mai - 31 août)	Transits printaniers (16 mars - 31 mai)	04/05/2023	8:07	10:38	12	18	40	absente	absent
Adrien DEXET			11/05/2023	9:06	11:04	13	14	100	averses	faible
Adrien DEXET			17/05/2023	11:03	12:37	16	15	50	absente	moyen à fort
Adrien DEXET			24/05/2023	10:04	11:28	15	15	30	absente	moyen à fort
Adrien DEXET			01/06/2023	10:50	12:00	22	24	0	absente	faible
Adrien DEXET			08/06/2023	8:29	10:25	19	24	0	absente	absent
Adrien DEXET			14/06/2023	8:45	10:43	17	24	0	absente	absent
Adrien DEXET			20/06/2023	8:10	10:45	18	22	100	averses	faible
Adrien DEXET			26/06/2023	12:28	13:53	23	24	80	absente	faible
Adrien DEXET			04/07/2023	10:35	12:34	19	23	100	absente	moyen à fort
Adrien DEXET			12/07/2023	10:47	13:27	22	25	90	absente	moyen à fort
Adrien DEXET			19/07/2023	8:43	11:42	19	24	0	absente	faible
Adrien DEXET			26/07/2023	8:59	11:52	18	21	0	absente	faible
Adrien DEXET			02/08/2023	8:56	11:32	20	22	100	averses	moyen à fort
Adrien DEXET	09/08/2023	8:55	11:28	18	25	0	absente	absent		
Adrien DEXET	17/08/2023	7:56	10:28	20	26	30	absente	absent		
Adrien DEXET	23/08/2023	7:45	9:43	20	25	0	absente	absent		
Adrien DEXET	30/08/2023	8:52	11:02	14	19	100	absente	absent		
Benoît LESAGE	Migrations postnuptiales (1 ^{er} septembre - 30 novembre)	Transits automnaux / Swarming (16 août - 15 novembre)	06/09/2023	8:58	12:17	22	33	0	absente	absent
Adrien DEXET			13/09/2023	8:56	11:34	18	21	100	bruine	absent
Adrien DEXET			20/09/2023	9:01	11:19	16	22	20	absente	faible
Adrien DEXET			26/09/2023	10:12	13:24	16	26	60	absente	faible
Adrien DEXET			02/10/2023	9:00	11:34	15	23	20	absente	faible
Adrien DEXET			10/10/2023	9:07	11:36	11	22	20	absente	absent
Adrien DEXET			18/10/2023	8:47	10:44	15	17	100	absente	faible
Adrien DEXET			25/10/2023	8:55	11:33	13	14	100	averses	moyen à fort

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

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

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

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

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

Sortie	Date	Surface prospectée / éolienne (m ²)						
		1	2	3	4	5	6	Total
1	04/05/2023	2 203	1 906	1 918	2 280	1 898	10 847	21 052
2	11/05/2023	2 203	1 906	1 918	2 280	1 898	10 847	21 052
3	17/05/2023	2 203	1 906	1 918	2 280	1 898	9 693	19 898
4	24/05/2023	2 203	1 906	1 918	2 280	1 898	9 693	19 898
5	01/06/2023	2 203	1 906	1 918	2 280	1 898	9 693	19 898
6	08/06/2023	2 203	1 906	1 918	2 280	1 898	14 517	24 722
7	14/06/2023	2 203	1 906	1 918	2 280	1 898	7 514	17 719
8	20/06/2023	2 203	1 906	1 918	2 280	1 898	7 514	17 719
9	26/06/2023	16 900	1 906	1 918	2 280	1 898	7 514	32 416
10	04/07/2023	16 900	16 900	16 900	16 900	0	7 514	75 114
11	12/07/2023	16 900	16 900	16 900	16 900	16 900	7 514	92 014
12	19/07/2023	16 900	16 900	16 900	16 900	16 900	7 514	92 014
13	26/07/2023	16 900	16 900	16 900	16 900	16 900	7 514	92 014
14	03/08/2023	16 900	16 900	16 900	10 838	16 900	8 932	87 370
15	09/08/2023	16 900	16 900	16 900	10 838	16 900	8 932	87 370
16	17/08/2023	16 900	16 900	16 900	10 838	16 900	8 932	87 370
17	23/08/2023	16 900	16 900	16 900	2 114	16 900	8 932	78 646
18	30/08/2023	16 900	16 900	16 900	2 114	16 900	8 932	78 646
19	06/09/2023	16 900	16 900	16 900	2 114	16 900	8 932	78 646
20	13/09/2023	10 667	16 900	16 900	2 114	16 900	8 932	72 413
21	20/09/2023	1 766	16 900	16 900	2 114	16 900	16 900	71 480
22	26/09/2023	1 766	16 900	16 900	2 114	12 841	10 847	61 368
23	02/10/2023	1 766	16 900	16 900	2 114	16 900	10 847	65 427
24	10/10/2023	1 766	16 900	16 900	2 114	16 900	10 847	65 427
25	19/10/2023	1 766	16 900	16 900	2 114	16 900	10 847	65 427
26	25/10/2023	1 766	16 900	16 900	2 114	16 900	10 847	65 427
Moyenne sur l'ensemble du suivi		8 646	11 710	11 714	5 453	10 901	9 675	58 098
Proportion (%)		51,16	69,29	69,31	32,27	64,50	57,25	57,30

Tableau 21 : Synthèse des surfaces prospectées lors des suivis de la mortalité

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

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : BRINAY			
Point n° 1	Date 04/05/2023	Heure 9:16	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte			
Latitude : 47,1555779			
Longitude : 2,0875819			
Numéro de l'éolienne la plus proche : E1			
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 25			
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Nord			
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme			
N° de photos : 20230504_BRINAY_E1_O1(1); 20230504_BRINAY_E1_O1(2)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : Inconnue			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Aucune			
Identification (famille, espèce si possible) : Alouette des champs			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input checked="" type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/>			
État du cadavre			
<input type="checkbox"/> Frais <input checked="" type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :			
Collision avec pale			
COMMENTAIRES :			
Aucun			



FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 2	Date 11/05/2023	Heure 10:08	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1555342 Longitude : 2,0937523 Numéro de l'éolienne la plus proche : E6 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 69 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Sud Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Herbes 15cm			
N° de photos : 20230511_BRINAY_E6_O2(1) à 20230511_BRINAY_E6_O2(4)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue			
Particularités (couleur, forme quelconque) : pas de particularité			
Identification (famille, espèce si possible) : Ardéidé sp.			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/>			
État du cadavre			
<input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Indéterminée.			
COMMENTAIRES : Plumée. Cadavre hors protocole car en dehors du carré de prospection.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 3	Date 24/05/2023	Heure 10:24	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1476224 Longitude : 2,0884753 Numéro de l'éolienne la plus proche : E3 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 21 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Sud Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme			
N° de photos : 20230524_BRINAY_E3_O3(1) à 20230524_BRINAY_E3_O3(3)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue			
Particularités (couleur, forme quelconque) : pas de particularité			
Identification (famille, espèce si possible) : Alouette des champs			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/>			
État 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...) : Indéterminée.			
COMMENTAIRES : Plumée.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 4	Date 01/06/2023	Heure 10:24	Nom du découvreur Adrien Dexet
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1561238 Longitude : 2,0935782 Numéro de l'éolienne la plus proche : E6 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 10 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Sud-ouest Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : herbes de 10 cm			
N° de photos : 20230601_BRINAY_E6_O4(1) à 20230601_BRINAY_E6_O4(17)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue			
Particularités (couleur, forme quelconque) : juvénile			
Identification (famille, espèce si possible) : Etourneau sansonnet			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/>			
État du cadavre			
<input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Indéterminée.			
COMMENTAIRES : Plumée.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 5	Date 14/06/2023	Heure 9:47	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1520789 Longitude : 2,0941109 Numéro de l'éolienne la plus proche : E5 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 10 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Ouest Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Herbacées 10cm			
N° de photos : 20230614_BRINAY_E5_O5_Grand_cormoran(1) à 20230614_BRINAY_E5_O5_Grand_cormoran(8)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : inconnue			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité			
Identification (famille, espèce si possible) : Grand cormoran			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/>			
État du cadavre			
<input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Indéterminée.			
COMMENTAIRES : Seulement de vieilles plumes retrouvées suite à une fauche en lisière de champs.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 6	Date 14/06/2023	Heure 10:27	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1562104 Longitude : 2,0941877 Numéro de l'éolienne la plus proche : E6 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 37 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Est Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Prairie			
N° de photos : 20230614_BRINAY_E6_C6_Pipistrelle_commune(1) à 20230614_BRINAY_E6_C6_Pipistrelle_commune(5)			
Description et identification			
Taille de la chauve souris (aile déployées) : inconnue			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/>		Mort <input type="checkbox"/>	Fragment <input type="checkbox"/>
Blessure apparente <input checked="" type="checkbox"/>		Sans blessure visible <input type="checkbox"/>	
État du cadavre			
<input checked="" type="checkbox"/> Frais	<input type="checkbox"/> Avancé	<input type="checkbox"/> Décomposé	<input type="checkbox"/> Sec
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) : Barotraumatisme			
COMMENTAIRES : Pas de commentaire			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 7	Date 12/07/2023	Heure 11:53	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1517261 Longitude : 2,0877931 Numéro de l'éolienne la plus proche : E2 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 43 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Nord-ouest Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Chaume colza			
N° de photos : 20230712_BRINAY_E2_C7_Pipistrelle_de_Kuhl(1) à 20230712_BRINAY_E2_C7_Pipistrelle_de_Kuhl(6)			
Description et identification			
Taille de la chauve souris (aile déployées) : Non mesurée			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle de Kuhl			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/>		Mort <input checked="" type="checkbox"/>	
Blessure apparente <input type="checkbox"/>		Sans blessure visible <input type="checkbox"/>	
État du cadavre			
<input type="checkbox"/> Frais		<input type="checkbox"/> Avancé	
<input type="checkbox"/> Décomposé		<input checked="" type="checkbox"/> Sec	
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) : Barotraumatisme			
COMMENTAIRES : Pas de commentaire			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 8	Date 19/07/2023	Heure 10:32	Nom du découvreur Adrien Dexet
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1516421 Longitude : 2,0947290 Numéro de l'éolienne la plus proche : E5 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 64 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Sud-est Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Chaume blé			
N° de photos : 20230719_BRINAY_E5_O8_Martinet_noir(1) à 20230719_BRINAY_E5_O8_Martinet_noir(5)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : Inconnue			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité			
Identification (famille, espèce si possible) : Martinet noir			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/>		Mort <input checked="" type="checkbox"/>	Fragment <input checked="" type="checkbox"/>
État du cadavre			
<input type="checkbox"/> Frais	<input type="checkbox"/> Avancé	<input type="checkbox"/> Décomposé	<input checked="" type="checkbox"/> Sec
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Indéterminée.			
COMMENTAIRES : Plumée.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 9	Date 26/07/2023	Heure 11:16	Nom du découvreur Adrien Dexet
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1547879 Longitude : 2,0874209 Numéro de l'éolienne la plus proche : E1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 64 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Sud Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Très jeune culture			
N° de photos : 20230726_BRINAY_E1_O9_Alouette_des_champs(1) à 20230726_BRINAY_E1_O9_Alouette_des_champs(3)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : Inconnue			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité			
Identification (famille, espèce si possible) : Alouette des champs			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input checked="" type="checkbox"/>			
État du cadavre			
<input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Indéterminée.			
COMMENTAIRES : Plumée.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 10	Date 26/07/2023	Heure 11:24	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1556596 Longitude : 2,0878113 Numéro de l'éolienne la plus proche : E1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 43 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Nord-est Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Très jeune culture			
N° de photos : 20230726_BRINAY_E1_O10_Martinet_noir(1) à 20230726_BRINAY_E1_O10_Martinet_noir(3)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : Non mesurée			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Juvénile			
Identification (famille, espèce si possible) : Martinet noir			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input checked="" type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/>			
État du cadavre			
<input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Barotraumatisme (pas de blessure apparente).			
COMMENTAIRES : Pas de commentaire.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 11	Date 02/08/2023	Heure 11:11	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1479428 Longitude : 2,0938998 Numéro de l'éolienne la plus proche : E4 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 81 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Nord Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Très jeune culture			
N° de photos : 20230802_BRINAY_E4_O11_Martinet_noir(1) à 20230802_BRINAY_E4_O11_Martinet_noir(3)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : Non mesurée			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité			
Identification (famille, espèce si possible) : Martinet noir			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input checked="" type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/>			
État du cadavre			
<input type="checkbox"/> Frais <input checked="" type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Collision.			
COMMENTAIRES : Pas de commentaire.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 12	Date 09/08/2023	Heure 9:43	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1476056 Longitude : 2,0888320 Numéro de l'éolienne la plus proche : E3 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 36 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Sud-est Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Très jeune culture			
N° de photos : 20230809_BRINAY_E3_O12(1) à 20230809_BRINAY_E3_O12(6)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : Environ 65cm			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité			
Identification (famille, espèce si possible) : Faucon crécerelle			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input checked="" type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/>			
État du cadavre			
<input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Collision.			
COMMENTAIRES : Pas de commentaire.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 13	Date 17/08/2023	Heure 9:58	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1553318 Longitude : 2,0872390 Numéro de l'éolienne la plus proche : E1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 15 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Ouest Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Labours			
N° de photos : 20230817_BRINAY_E1_C13_Noctule_commune(1) à 20230817_BRINAY_E1_C13_Noctule_commune(4)			
Description et identification			
Taille de la chauve souris (aile déployées) : 33 cm			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularités.			
Identification (famille, espèce si possible) : Noctule commune			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/>		Mort <input checked="" type="checkbox"/>	Fragment <input type="checkbox"/>
Blessure apparente <input type="checkbox"/>		Sans blessure visible <input checked="" type="checkbox"/>	
État du cadavre			
<input type="checkbox"/> Frais	<input checked="" type="checkbox"/> Avancé	<input type="checkbox"/> Décomposé	<input type="checkbox"/> Sec
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) : Barotraumatisme.			
COMMENTAIRES : Pas de commentaire.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Parc de Coulange - BRINAY			
Point n° 14	Date 23/08/2023	Heure 9:29	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1560294 Longitude : 2,0936145 Numéro de l'éolienne la plus proche : E6 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 16 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Sud-ouest Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme			
N° de photos : 20230823_BRINAY_E6_C14_Pipistrelle_commune(1) à 20230823_BRINAY_E6_C14_Pipistrelle_commune(2)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : Non mesurée.			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité.			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input checked="" type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/>			
État du cadavre			
<input type="checkbox"/> Frais <input checked="" type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Barotraumatisme.			
COMMENTAIRES : Période caniculaire.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Parc de Coulanges - Brinay			
Point n° 15	Date 06/09/2023	Heure 9:37	Nom du découvreur Benoit LESAGE
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1522043 Longitude : 2,0942424 Numéro de l'éolienne la plus proche : E5 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 10 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Nord Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme			
N° de photos : 20230906_BRINAY_E5_O15_Rtb(1) à 20230906_BRINAY_E5_O15_Rtb(2)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : Indéterminée			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité			
Identification (famille, espèce si possible) : Roitelet à triple bandeau			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input checked="" type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/>			
État du cadavre			
<input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Collision			
COMMENTAIRES : Pas de commentaire.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 16	Date 26/09/2023	Heure 12:04	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1554823 Longitude : 2,0873251 Numéro de l'éolienne la plus proche : E1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 15 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NO Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme			
N° de photos : 20230926_BRINAY_E1_C16_Pipistrelle_de_Kuhl(1) à 20230926_BRINAY_E1_C16_Pipistrelle_de_Kuhl(2)			
Description et identification			
Taille de la chauve souris (aile déployées) : Non mesurée			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité.			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle de Kuhl			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/>		Mort <input checked="" type="checkbox"/>	
Blessure apparente <input checked="" type="checkbox"/>		Sans blessure visible <input type="checkbox"/>	
État du cadavre			
<input checked="" type="checkbox"/> Frais		<input type="checkbox"/> Avancé	
<input type="checkbox"/> Décomposé		<input type="checkbox"/> Sec	
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) : Collision.			
COMMENTAIRES : Pas de commentaire.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien : Brinay			
Point n° 17	Date 26/09/2023	Heure 12:25	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1558746 Longitude : 2,0933799 Numéro de l'éolienne la plus proche : E6 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 40 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Sud-ouest Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Labours peu profonds			
N° de photos : 20230926_BRINAY_E6_C17_Pipistrelle_commune(1) à 20230926_BRINAY_E6_C17_Pipistrelle_commune(2)			
Description et identification			
Taille de la chauve souris (aile déployées) : Non mesurée			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité.			
Identification (famille, espèce si possible) : Pipistrelle commune			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/>		Mort <input checked="" type="checkbox"/>	
Blessure apparente <input type="checkbox"/>		Sans blessure visible <input checked="" type="checkbox"/>	
État du cadavre			
<input checked="" type="checkbox"/> Frais		<input type="checkbox"/> Avancé	
<input type="checkbox"/> Décomposé		<input type="checkbox"/> Sec	
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) : Barotraumatisme.			
COMMENTAIRES : Pas de commentaire.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Parc de Coulanges - Brinay			
Point n° 18	Date 27/09/2023	Heure 14:30	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1559146 Longitude : 2,0876219 Numéro de l'éolienne la plus proche : E1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 62 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Nord Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme			
N° de photos : 20230927_BRINAY_E1_O18_Fauvette_des_jardins(1) à 20230927_BRINAY_E1_O18_Fauvette_des_jardins(7)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : 23 cm			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité.			
Identification (famille, espèce si possible) : Fauvette des jardins			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input checked="" type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/>			
État du cadavre			
<input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Collision.			
COMMENTAIRES : Cadavre hors protocole car découvert lors d'un contrôle de persistance.			

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE – MORTALITÉ OISEAUX			
Nom du parc éolien : Parc de Coulanges - Brinay			
Point n° 19	Date 25/10/2023	Heure 11:10	Nom du découvreur Adrien DEXET
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 47,1566933 Longitude : 2,0933831 Numéro de l'éolienne la plus proche : E6 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 63 Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Nord Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Labours peu profonds			
N° de photos : 20231025_BRINAY_E6_O19_Epervier_(1) à 20231025_BRINAY_E6_O19_Epervier_(4)			
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées) : Indéterminée.			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Pas de particularité.			
Identification (famille, espèce si possible) : Epervier d'Europe			
État de l'individu			
Vivant (blessé) <input type="checkbox"/>		Mort <input checked="" type="checkbox"/>	Fragment <input checked="" type="checkbox"/>
État du cadavre			
<input checked="" type="checkbox"/> Frais	<input type="checkbox"/> Avancé	<input type="checkbox"/> Décomposé	<input type="checkbox"/> Sec
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) : Collision.			
COMMENTAIRES : Pas de commentaire.			