

Suivi Environnemental ICPE

PARC ÉOLIEN DU MENEC

COMMUNES DE TREVE ET LOUDEAC (22)

SUIVI DE L'ANNEE 3 D'EXPLOITATION (2025)

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

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

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

Le bureau d'études ENCIS Environnement a été missionné par la société du Parc éolien Le Ménéec SAS pour réaliser ce suivi environnemental ICPE dès 2023 pour la première année d'exploitation du parc éolien du Ménéec.

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

Pour le parc éolien du Ménéec (2025), le rapport de suivi environnemental remis à l'inspection des installations classées comprend :

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

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



SOMMAIRE

1 Cadre général de l'étude 6

1.1 Maître d'ouvrage – exploitant..... 7

1.2 Auteurs de l'étude 7

1.3 Présentation du parc éolien étudié..... 7

1.4 Cadre réglementaire de l'étude de suivi environnemental pour les projets éoliens9

1.5 Les impacts potentiels d'un parc éolien en fonctionnement sur le milieu naturel 10

1.5.1 Avifaune 10

1.5.2 Chiroptères..... 12

2 Méthodes utilisées 17

2.1 Méthodologie et démarche générale 18

2.1.1 Avifaune 18

2.1.2 Chiroptères..... 18

2.2 Suivi d'activité des chiroptères 19

2.2.1 Objectif et paramètres à prendre en compte..... 19

2.2.2 Méthodologie et pression d'inventaire 19

2.3 Suivi de la mortalité sur l'avifaune et les chiroptères 21

2.3.1 Principes et objectif 21

2.3.2 Protocole utilisé 21

2.3.3 Déclaration d'incident faune volante 23

2.3.4 Détermination du statut biologique 23

2.3.5 Méthodes d'estimation de la mortalité 23

2.4 Calendrier des inventaires 26

2.5 Limites des méthodes utilisées et difficultés rencontrées 27

2.5.1 Limites des méthodes employées..... 27

2.5.2 Difficultés rencontrées 27

3 Résultats et analyse du suivi d'activité des chiroptères 29

3.1 Bilan des connaissances de l'étude d'impact 30

3.2 Suivi de l'activité des chiroptères en 2025..... 31

3.2.1 Suivi ultrasonique automatique permanent en nacelle 31

3.2.2 Synthèse des résultats du suivi comportemental des chiroptères en nacelle 37

3.3 Bilan et comparaison avec l'étude d'impact et les suivis environnementaux précédents..... 38

3.3.1 Diversité spécifique 38

3.3.2 Activité recensée..... 38

3.3.3 Cumul des trois années de suivis environnementaux 39

3.4 Principaux éléments à retenir du suivi environnemental 43

4 Résultats du suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères 44

4.1 Résultats des tests et paramétrage des méthodes d'estimation..... 45

4.1.1 Durée moyenne de l'intervalle..... 45

4.1.2 Efficacité du chercheur 45

4.1.3 Persistance des cadavres 45

4.1.4 Surfaces prospectées et correction surfacique 45

4.1.5 Synthèse 45

4.2 Mortalité de l'avifaune..... 46

4.2.1 Bilans national et européen de la mortalité de l'avifaune46

4.2.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact47

4.2.3 Mortalité brute de l'avifaune en 202547

4.2.4 Estimation de la mortalité réelle de l'avifaune en 2025.....49

4.2.5 Causes potentielles de la mortalité de l'avifaune49

4.2.6 Incidences spécifiques du parc éolien sur l'avifaune50

4.2.7 Comparaisons avec les suivis précédents51

4.2.8 Synthèse53

4.3 Mortalité des chiroptères..... 54

4.3.1 Bilan national et européen de la mortalité des chiroptères54

4.3.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact54

4.3.3 Mortalité brute des chiroptères en 202555

4.3.4 Estimation de la mortalité réelle des chiroptères en 202556

4.3.5 Causes potentielles de la mortalité des chiroptères.....56

4.3.6 Incidences spécifiques du parc éolien sur les chiroptères.....57

4.3.7 Comparaisons avec les suivis précédents58

4.3.8 Synthèse60

5 Préconisations 61

5.1 Mesures préconisées pour prévenir d'éventuelles incidences sur les chiroptères 62

5.1.1 Programmation préventive.....62

5.2 Préconisations pour prévenir d'éventuelles incidences sur l'avifaune..... 66

5.3 Modalités proposées pour le suivi de la mortalité..... 66

Tables des illustrations et annexes 67

Bibliographie 69

Annexes..... 75

1 Cadre général de l'étude

1.1 Maître d’ouvrage – exploitant

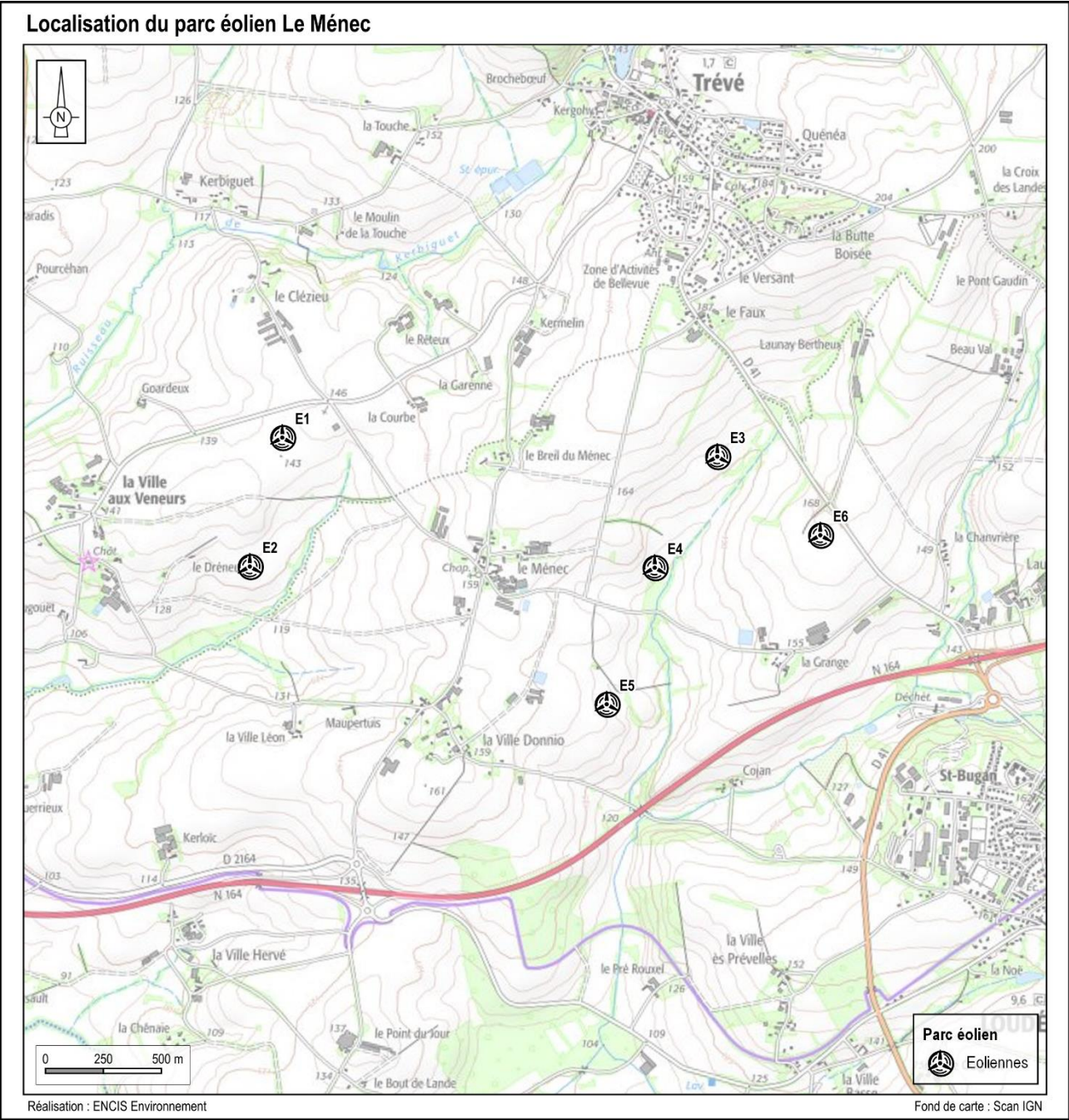
Destinataire	Parc éolien Le Ménéac SAS
Adresse	Arteparc de Fuveau, Bat A Plan de Fabrique 13710 FUYEAU
Interlocuteur	Julien LEON
Téléphone	+33 2 99 36 77 40

1.2 Auteurs de l'étude

Structure	
Adresse	90 rue Buck Clayton 87 100 LIMOGES Cedex
Téléphone	05 55 36 28 39
Coordination de l'étude	Romain FOUQUET, Responsable du pôle écologie de l'agence de Nantes
Suivi de l'activité des chiroptères	Jahli LUCAS, Chargé d'études – Chiroptérologue Emmeline FLOGNY - Chargée d'études – Chiroptérologue
Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères	Valentine FUGERE, Technicienne d'études – Écologue Antoine BEL, Chargé d'études écologue – Ornithologue
Correction	Corentin GOISLOT, Chargé d'études écologue – Ornithologue
Validation	Romain FOUQUET, Responsable du pôle écologie de l'agence de Nantes
Version / date	V1 : 27 février 2026 Réception commentaires : 7 avril 2026 V2 : 22 avril 2026 Réception commentaires : 27 avril 2026 VF : 5 mai 2026

1.3 Présentation du parc éolien étudié

Le parc éolien se situe sur les communes de Trévé (éoliennes E1 et E2) et de Loudéac (éoliennes E3, E4, E5 et E6) dans le département des Côtes-d’Armor (22). Le parc éolien est composé de six éoliennes de type NORDEX N117 d’une puissance nominale de 3,6 MW. Elles sont disposées selon trois lignes orientées nord-est/sud-ouest réparties en deux groupes de deux et quatre éoliennes situés de part et d’autre du hameau Le Ménéac. Cinq éoliennes ont une hauteur de 178,5 mètres en bout de pale (E1, E2, E3, E4 et E5), la sixième de 164,5 mètres (E6) (carte suivante).



Carte 1 : Localisation du parc éolien du Ménéac

Implantées dans un paysage essentiellement agricole et ouvert (bocages dégradés), cinq des six éoliennes et leurs plateformes se situent dans de grandes parcelles de cultures céréalières (E1, E2, E4, E5 et E6), la dernière étant située dans une prairie pâturée (E3). Chacune des deux zones (ouest et est) est marquée par la présence d'un vallon traversé par des cours d'eau secondaires, affluents de l'Oust (carte suivante).



Carte 2 : Localisation du parc éolien du Méné sur photographie aérienne

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

L'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux parcs éoliens soumis à autorisation ICPE, précise dans son article 12 :

« 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.

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 télé-service de " dépôt légal de données de biodiversité " créé en application de l'arrêté du 17 mai 2018. Le versement de données est effectué concomitamment à la transmission de chaque rapport de suivi environnemental à l'inspection des installations classées imposée au III du point 1.4. Lorsque ces données sont antérieures à la date de mise en ligne de l'outil de télé-service, elles doivent être versées dans un délai de 6 mois à compter de la date de mise en ligne de cet outil.

Pour un projet de renouvellement autre qu'un renouvellement à l'identique, l'exploitant met en place un suivi environnemental, permettant d'atteindre les objectifs visés au 1er alinéa du présent article, dans les 3 ans qui précèdent le dépôt du porter à connaissance au préfet prévu par le II de l'article R. 181-46 du code de l'environnement ».

Ce suivi doit également être conforme aux dispositions applicables aux projets soumis à évaluation environnementale. Ainsi, l'article R.122-13 du Code de l'environnement prévoit que :

« I. Les mesures compensatoires mentionnées au I de l'article L. 122-1-1 ont pour objet d'apporter une contrepartie aux incidences négatives notables, directes ou indirectes, du projet sur l'environnement qui n'ont pu être évitées ou suffisamment réduites. Elles sont mises en œuvre en priorité sur le site affecté ou à proximité de celui-ci afin de garantir sa fonctionnalité de manière pérenne. Elles doivent permettre de conserver globalement et, si possible, d'améliorer la qualité environnementale des milieux.

II. Le suivi de la réalisation des prescriptions, mesures et caractéristiques du projet destinées à éviter, réduire et compenser les effets négatifs notables de celui-ci sur l'environnement et la santé humaine mentionnées au I de l'article L. 122-1-1 ainsi que le suivi de leurs effets sur l'environnement font l'objet d'un ou de plusieurs bilans réalisés sur une période donnée et selon un calendrier que l'autorité compétente détermine afin de vérifier le degré d'efficacité et la pérennité de ces prescriptions, mesures et caractéristiques.

Ce ou ces bilans sont transmis pour information, par l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation, aux autorités mentionnées au V de l'article L. 122-1 qui ont été consultées.

Le dispositif de suivi est proportionné à la nature et aux dimensions du projet, à l'importance de ses incidences prévues sur l'environnement ou la santé humaine ainsi qu'à la sensibilité des milieux concernés.

L'autorité compétente peut décider la poursuite du dispositif de suivi au vu du ou des bilans du suivi des incidences du projet sur l'environnement.

III. – Les dispositions du présent article s'appliquent sous réserve de dispositions plus contraignantes prévues par d'autres réglementations. En particulier, elles ne s'appliquent pas aux installations relevant du titre Ier du livre V, ni aux installations nucléaires de base relevant du titre IX du livre V. »

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

Trois effets des parcs éoliens en fonctionnement sont généralement constatés sur l'avifaune, dans des proportions variables selon l'écologie des espèces, le territoire concerné et les caractéristiques du projet : **la mortalité** (collision avec les pales ou les mâts d'éolienne, projection au sol par les turbulences, barotraumatisme), **la perte d'habitat** (par effarouchement), et **l'effet barrière**.

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 (Hötter *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.

1.5.1.1.1 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).

1.5.1.1.2 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-Bellón *et al.*, (2019), ont également mis en évidence des densités d'oiseaux plus faibles au sein de parcs éoliens, en comparaison de sites témoins.

1.5.1.1.3 Espèces des milieux aquatiques

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

Également, une capacité d'accoutumance des oiseaux d'eau nicheurs à la présence des éoliennes dans leur environnement a été documentée (Dulac, 2008), notamment chez le Canard colvert (Roux *et al.*, 2013). Toutefois, les échassiers et les oiseaux aquatiques seraient plus sensibles à ces perturbations indirectes par perte ou modifications d'habitats que d'autres (Gaultier *et al.* 2019). Roux *et al.*, (2013), ont ainsi constaté l'abandon total d'une 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 migrateurs 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).

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

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

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

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

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

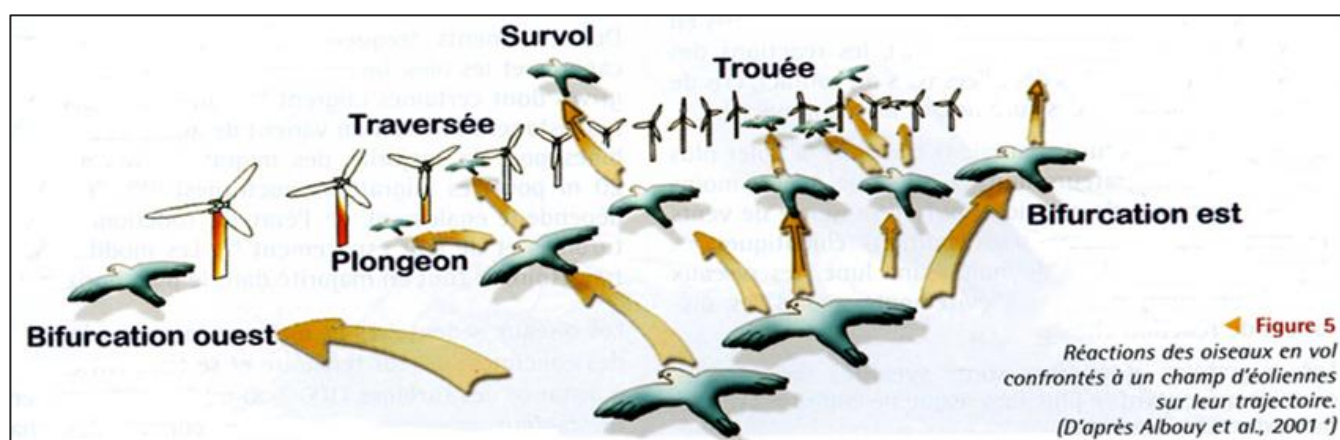


Figure 1 : Réactions des oiseaux en vol confrontés à un champs d'éoliennes sur leur trajectoire (d'après Albouy et al, 2001)

envergure comme les cigognes ou le Circaète Jean-le-Blanc (aucun de ces derniers n'a été observé utilisant cet espace). Également, Roux *et al.*, (2013) ont constaté que des éoliennes implantées parallèlement au couloir de migration ne semblaient pas faire barrière aux mouvements des migrants. La littérature recommande de limiter l'emprise du parc sur les couloirs de vol (notamment les axes de migration), dans l'idéal à moins de 1 000 mètres (Soufflot, 2010 ; Marx, 2017 ; Gaultier *et al.*, 2019). Lorsque cette préconisation ne peut être respectée, il est recommandé d'aménager des trouées de taille suffisante pour laisser des échappatoires aux migrants. Soufflot, (2010) évalue la distance minimale d'une trouée à 1 000 mètres (1 250 mètres dans l'idéal, sans distinction du sens d'implantation des éoliennes), et recommande 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 migrants est encore difficile à évaluer et nécessiterait des travaux de recherche spécifiques.

1.5.1.3 Mortalité

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. Par exemple, par temps de brouillard, les oiseaux migrants présentent une plus grande dispersion des directions de vol, s'écartant davantage de leur orientation moyenne (Becciu *et al.*, 2021). Également, une augmentation de la vitesse a été constatée par vent de travers et en présence de brouillard (Becciu *et al.*, 2021).

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 migrants nocturnes sont généralement considérés comme les plus exposés au risque de collision avec les turbines (Powlesland, 2009 ; Soufflot, 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

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 2012).

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 Minioptère 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).

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'habitats de gîte) ;
- **la mortalité** (collision directe, barotraumatisme, écrasement dans les mécanismes de rouage, intoxication suite à l'absorption d'huile de rouage, *etc.*).

1.5.2.1.1 Perte et/ou altération d'habitat

Perte 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, quel que soit l'habitat, et est également liée au fonctionnement et à la proximité des éoliennes entre elles (Sholz *et al.* 2025 ; Ellerbrock *et al.* 2024 ; McKay *et al.* 2024 ; Barré *et al.* 2023 ; Gaultier *et al.* 2023 ; Reusch *et al.* 2023 ; Reusch *et al.* 2022 ; Millon *et al.* 2018, Minderman *et al.* 2012, Minderman *et al.* 2017, Cryan *et al.* 2014a). Ce dérangement semble impacter plus fortement les chiroptères locaux, notamment avec des observations d'évitement plus marqué de mai à juillet, que chez les migrants (Millon *et al.* 2015, Lehnert *et al.* 2014).

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 (Barré *et al.* 2018 ; Millon *et al.* 2015). Bien que ces pertes d'habitats fassent encore l'objet de plusieurs études en cours, les distances concernées pourraient être importantes de quelques centaines de mètres voire plusieurs kilomètres en fonction des espèces (Jonasson *et al.* 2025 ; Gaultier *et al.* 2023 ; Ellerbrock *et al.* 2023 ; Leroux *et al.* 2023 ; Ellerbrock *et al.* 2022 ; Barré *et al.* 2018). Une étude récente a également mis en évidence un évitement accru des secteurs présentant des éoliennes lorsque les vitesses de vent augmentent ce qui pourrait suggérer une perturbation sonore des chiroptères (Ellerbrock *et al.* 2024).

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. (Barré *et al.* 2018 ; Roemer *et al.* 2017, Roেকে *et al.* 2016). Ces effets répulsifs des éoliennes pourraient avoir des effets trophiques en cascade à l'échelle locale sur le long terme (Sholz *et al.* 2025 ; Sholz & Voigt 2022 ; Thaker *et al.* 2018)

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 (Arthur et Lemaire 2015 ; Hutterer *et al.* 2005). 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.* 2017 ; Dechmann *et al.* 2014).

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, Hayes *et al.* 2019b ; Cryan *et al.* 2014b ; Cryan *et al.* 2011 ; Furmankiewicz & Kucharska 2009 ; Telleria *et al.* 2009 ; Kunz *et al.* 2007b). 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). Des études sont en cours au niveau national et européen pour mieux cerner ces phénomènes migratoires (Bat migration Europe – CESCO, Piaff&Co ; Migratlane).

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 (Dubourg-Savage 2005 ; Bach *et al.* 2003). De nombreuses espèces sont ainsi susceptibles d'être impactées par la modification des corridors de déplacements locaux, pouvant mener à l'isolation de population locale (Barré *et al.* 2024 ; Gaultier *et al.* 2023 ; Barré *et al.* 2018, Roemer *et al.* 2017, Roেকে *et al.* 2016).

1.5.2.1.2 Risque de collision

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 lésales ou sublésales (Grotsky *et al.* 2011).

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 (Baerwald *et al.* 2008). Certains auteurs remettent en question l'existence même de ce phénomène (Houck 2012 ; Rollins *et al.* 2012, Grotsky *et al.* 2011)

Trois autres phénomènes sont à relater bien que moins mentionnés dans la littérature scientifique : piégeage des chauves-souris par un vortex lié à la rotation des pales (Horn *et al.* 2008) ; torsions et luxations du squelette liées aux courants d'air engendrés par la rotation des pales (Grotsky *et al.* 2011) ; et collisions sublésales aboutissant potentiellement à la mortalité à distance de la zone de collision (Horn *et al.* 2008).

1.5.2.1.3 Facteurs influençant le risque de collision

Le risque de mortalité direct ou indirect est influencé par plusieurs facteurs détaillés dans les parties ci-dessous.

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 distingués :

- **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). Ces espèces sont dites glaneuses ou de poursuites en plein air et présentent des caractéristiques morphologiques et biologiques adaptées au vol en plein air (Hull & Cawthen 2013, Rydell *et al.* 2010).
- **Les espèces spécialistes et majoritairement associées aux milieux forestiers, bocagers ou humides, qui, dans la grande majorité de leurs déplacements, restent à proximité des structures arborées et dépassent rarement la canopée (Barbastelle d'Europe, murins sp., oreillards sp., rhinolophes sp.).** Ces espèces présentent un risque de collision avec les éoliennes assez faible (Dürr 2021).

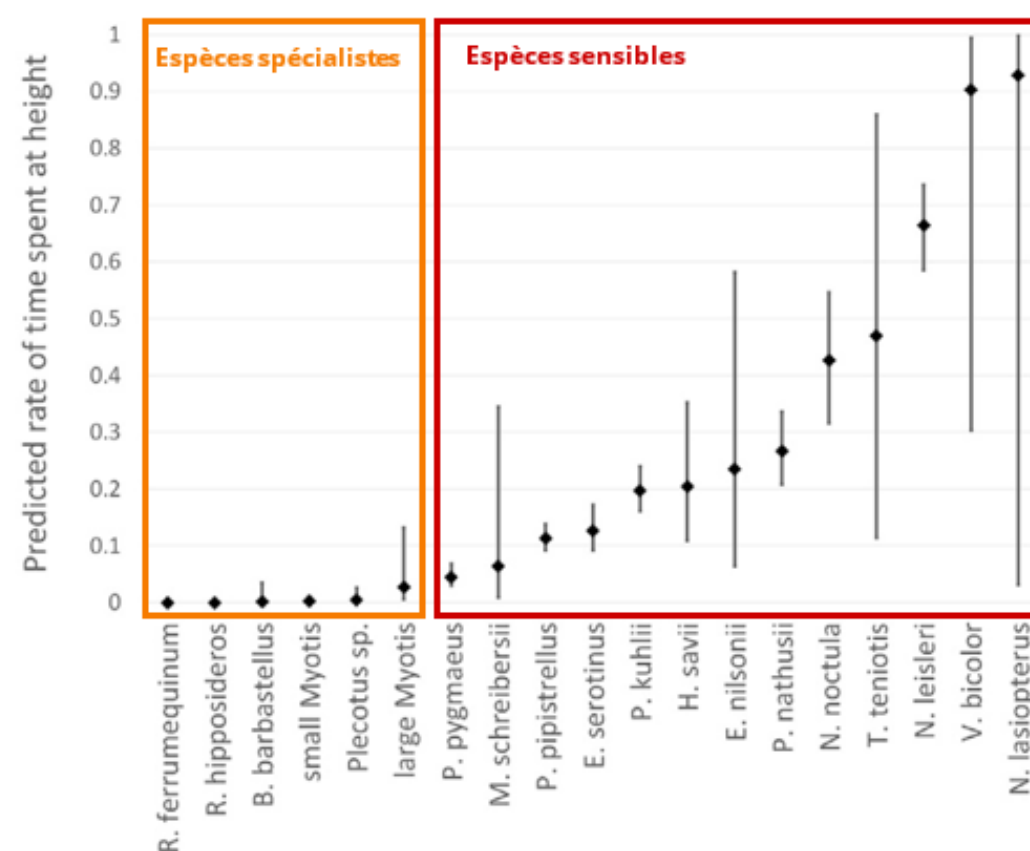


Figure 2 : Ration du temps passé en hauteur pour chaque espèce de chiroptères (Adapté de Roemer *et al.* 2017)

Le type d'habitat

Les habitats présents au niveau des aménagements des parcs éoliens et dans les secteurs environnants influencent le risque de mortalité chez les chiroptères (Lloyd *et al.* 2023 ; Brinkmann *et al.* 2011, Hensen 2004, Grindal & Brigham 1998). Rydell *et al.* en 2010 observent une mortalité de 0 à 3 chiroptères/éolienne/an en *openfield*, 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 mais les espèces de haut-vol ne semblent pas répondre à cette variable (Roemer *et al.* 2019). L'implantation d'éoliennes en forêt engendre la création de clairières ce qui augmente le risque de collisions (Reusch *et al.* 2023 ; Ellerbrock *et al.* 2023 ; Rodrigues *et al.* 2014 ; Rydell *et al.* 2010). A plus large échelle, la présence de bois dans un rayon de 1 500 m des parcs éoliens semble réduire le risque pour les pipistrelles suivant les lisières mais augmente le risque pour les noctules (Mathews *et al.* 2012).
- 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, plusieurs études mettent en évidence que 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, ces 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 jusqu'à 200 m (Eurobats 2017 ; SFEPM 2016 ; Kelm *et al.* 2014 ; Natural England 2014 ; Dürr 2007).
- **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 milieu ouvert comme les noctules et qui présentent un haut risque de collision (Bas *et al.* 2014). Ainsi, même les espaces « défavorables » ou « pauvres » pour les chiroptères comme les grandes plaines agricoles peuvent causer de fortes mortalités (Lintott *et al.* 2016 ; 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 en intégrant au mieux les recommandations nationales et européennes notamment en termes d'éloignement aux habitats favorables aux chiroptères (Leroux *et al.* 2024 ; Barré *et al.* 2024 ; Eurobats 2017 ; SFEPM 2016 ; Kelm *et al.* 2014, Boughey *et al.* 2011).

Le modèle d'éolienne et le design du parc éolien

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 pouvant expliquer un nombre de décès important des chiroptères (Moustakas *et al.* 2023 ; Starbucke *et al.* 2022 ; Huso *et al.*, 2021 ; MacGregor & Lemaitre 2020) :

- **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 (Ellerbrock *et al.* 2023 ; 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 (Leroux *et al.* 2023 ; 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).
- **La localisation des éoliennes.** La localisation des éoliennes influence également l'activité des chiroptères et notamment l'abandon de certains secteurs. Ainsi, il est préconisé d'éloigner les éoliennes des habitats attractifs et d'éviter de les placer entre les habitats optimaux pour les chauves-souris et les vents dominants afin d'éviter d'exposer ces habitats aux effets de sillages. (Leroux *et al.* 2024 ; Barré *et al.* 2024 ; Porté-Agel, Bastankhah, and Shamsoddin 2019).
- **La lumière.** La lumière produite par les éoliennes, bien que la couleur rouge soit l'une des moins impactante pour les chauves-souris, apparait avoir une influence l'activité des chiroptères (Leroux *et al.* 2024 ; Guest *et al.* 2022 ; Barré, Kerberiou *et al.* 2021)
- **Le bruit.** Le bruit produit par les éoliennes semble également influencer l'activité des chiroptères et montrerait des variations en fonction de la taille du rotor (Leroux *et al.* 2024 ; Guest *et al.* 2022 ; Ellerbrock *et al.* 2022 ; Minderman *et al.* 2012b)
- **La densité d'éolienne.** La densité d'éoliennes montre une influence sur l'activité de certaines espèces de chiroptères (Leroux *et al.* 2024).

Le choix du modèle d'éolienne est également un élément crucial pour limiter les risques de mortalité sur les chiroptères. Les recommandations nationales basées sur plusieurs études et retours d'expériences préconisent 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 (SFEPM 2020).

Les conditions environnementales et comportementales

La saisonnalité et le comportement des chiroptères

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

Sur l'ensemble de ces saisons, hormis l'hibernation, des cas de mortalité liés aux éoliennes sur des populations locales ou migratrices sont observés (Brinkmann *et al.* 2011, Voigt *et al.* 2012). Cependant, la majorité des auteurs

s'accorde 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 avec des pauses migratoires destinées à reconstituer des réserves énergétiques en vue de l'hibernation (Limpens *et al.* 2013 ; Amorim *et al.* 2012 ; Brinkmann *et al.* 2011 ; Rydell *et al.* 2010a ; Furmankiewicz & Kucharska 2009 ; Arnett *et al.* 2008 ; Cryan & Brown 2007 ; Alcalde 2003). Des mortalités plus fortes ont également été relevées au printemps et en début d'été dans le sud de l'Europe (Beucher *et al.* 2013 ; Georgiakakis *et al.* 2012). Cette observation a ainsi conduit de nombreux auteurs à considérer que la mortalité par collision est intrinsèquement liée au comportement saisonnier qu'il soit migratoire ou non, et plus particulièrement automnal. Les espèces migratrices ne seraient, de ce 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, des études menées sur l'activité et la mortalité de la Noctule commune mettent en évidence une mortalité importante à la fois des individus locaux que sur les individus migrants ; l'âge des individus, le sexe et la connaissance du territoire jouent également un rôle important sur la mortalité au niveau des parcs éoliens (Merlet *et al.* 2025 ; Roeleke *et al.* 2016 ; Lenhert *et al.* 2014 ; Behr *et al.* 2007 ; Johnson *et al.* 2003).

Les conditions météorologiques et le cycle circadien

Les conditions météorologiques influent directement ou indirectement sur l'activité des chiroptères, notamment sur la disponibilité en ressource alimentaire et sur les conditions de vol, et donc sur le taux de mortalité par collision (Labouré ENCIS Environnement 2021 ; Baerwald & Barclay 2011).

Concernant la **vitesse de vent**, plusieurs articles ont mis en évidence des activités maximales et des mortalités importantes pour des vitesses de faibles ou moyennes (Behr *et al.* 2017 ; Martin *et al.* 2015 ; Rydell *et al.* 2010 ; Behr *et al.* 2007). Si la plupart des études sur le sujet concordent sur ce phénomène notamment lié à la difficulté pour les chiroptères de localiser les bouts de pales d'éolienne en mouvement via l'écholocation (Grodsky *et al.* 2011, Long *et al.* 2009, Rydell *et al.* 2010a), les valeurs seuils de vitesses de vent sont variables (allant généralement de 6 m/s à 10 m/s) et dépendantes de la localisation des sites, de la période de l'année, des espèces concernées (Wellig *et al.* 2018, Frick *et al.* 2017, Voigt *et al.* 2015, Arnett *et al.* 2008).

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 (Voigt *et al.* 2015 ; Baerwald & Barclay 2011 ; Arnett *et al.* 2006, 2007 ; Redell *et al.* 2006), 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 et ainsi du risque de collision entre 10 et 25 °C (Labouré ENCIS Environnement 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. Les pipistrelles, noctules et sérotines sont souvent considérées comme des espèces crépusculaires et sont remplacées peu à peu au cours de la nuit par des espèces plus nocturnes à l'instar des barbastelles, murins et oreillards (Barataud, 2012). D'autres études suggèrent un regain d'activité à l'aube (Swift 1980). Les noctules, et plus particulièrement la Noctule commune, affichent ce second pic d'activité en fin de nuit (Arthur et Lemaire 2015 ; Kanuch 2007 ; Rachwald 1992 ; Kronwitter 1988). 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. 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 de réduction sur la base des paramètres environnementaux concomitants apparaît comme une solution efficace et essentielle pour réduire les risques de collision chez les chiroptères (Barré *et al.* 2023 ; Behr *et al.* 2017, Good *et al.* 2016, Martin *et al.* 2015, Hein *et al.* 2014).

Les phénomènes d'attraction

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 *et al.* 2014 ; Hull & Cawthen 2013 ; Cryan & Brown 2007 ; 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 (McKay *et al.* 2024 ; De Jong *et al.* 2021 ; Bennett *et al.* 2017, Foo *et al.* 2017, Rydell *et al.* 2016, Cryan *et al.* 2014 ; Horn *et al.* 2008). 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). Les **sources lumineuses** produites par les éoliennes sont également parfois responsables de l'abondance d'insectes augmentant ainsi l'activité et la mortalité chiroptérologique (Hooker *et al.* 2022 ; Voigt *et al.* 2021 ; Horn *et al.* 2008 ; Johnson *et al.* 2004). 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'attraction des chiroptères sont confirmés par des études récentes portant sur des analyses des contenus stomacaux de chauves-

souris mettant en évidence une correspondance entre les insectes présents à la surface des mâts et dans l'atmosphère autour 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'approche sont nettement plus nombreux lorsque l'éolienne est à l'arrêt, et ce dans des conditions environnementales proches, signifiant que les deux concepts de répulsion et d'attraction coexistent (Cryan *et al.* 2014a).

Conséquences de la mortalité sur les populations de chiroptères

Comme expliqué précédemment, la notion de population chez les chiroptères est complexe à estimer. Cependant, il apparaît important de prendre en compte l'étude de Frick *et al.* menée aux États-Unis en 2017. Cette étude montre que les taux actuels de mortalité due aux éoliennes apparaissent suffisamment élevés pour modifier considérablement la probabilité de stabilité de la population avec des pertes estimées de 50 % de la taille de population sur 50 ans, sur des espèces similaires à certaines espèces européennes. En effet, les chiroptères présentant un faible taux de reproduction, les impacts à long termes sur les individus pourraient affecter significativement les populations de chiroptères à la fois locales et migratrices ainsi que les réseaux trophiques locaux où sont implantées les éoliennes (Merlet *et al.* 2025 ; Ellerbrock *et al.* 2023 ; Scholz & Voigt 2022 ; Frick *et al.* 2017 ; Racey & Entwistle 2000).

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 retours d'expérience les plus fiables en la matière. 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. Ainsi, notre revue bibliographique permet avant tout une meilleure prise en compte des différents facteurs entraînant des impacts négatifs ou à l'inverse, permet la diminution des risques sur les populations locales de chiroptères. Il n'est donc pas question de généraliser les résultats présentés précédemment à chaque parc éolien, mais bien de mener une évaluation des impacts potentiels au cas par cas. Cette démarche est effectuée dans les chapitres suivants.

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.).

2.1.1 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, 2025) 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).

2.1.2 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** (Annexe 8). 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.

Le parc éolien du Ménéec a fait l'objet d'un suivi de l'activité chiroptérologique à hauteur de nacelle et d'un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères en 2023 et en 2024.

Le présent rapport comprend les résultats du suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle, ainsi que les résultats du suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères en 2025.

2.2 Suivi d'activité des chiroptères

2.2.1 Objectif et paramètres à prendre en compte

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

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

2.2.2 Méthodologie et pression d'inventaire

2.2.2.1 Inventaires ultrasoniques automatiques en nacelle

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

2.2.2.1.1 Pression d'inventaire

La pression d'inventaire est définie en fonction des espèces présentes, telles qu'identifiées dans le cadre de l'étude d'impact. Pour le parc du Ménéec, les modalités suivantes ont été retenues pour le suivi automatique en nacelle : un suivi de l'activité des chiroptères sera réalisé en nacelle sur l'éolienne E5, identifiée dans l'étude d'impact comme étant la plus proche d'un secteur à enjeux. Cette éolienne sera ainsi équipée d'un enregistreur automatique durant les trois premières années d'exploitation.

L'arrêté d'autorisation unique mentionne que « les suivis de mortalité et d'activité des chiroptères devront être couplés afin de pouvoir corrélérer l'activité en altitude au regard des cadavres découverts. Ils devront être réalisés sur la totalité du cycle biologique des chiroptères (de mi-mars à fin-octobre) ».

D'après l'étude d'impact du parc du Ménéec, l'espèce présentant l'indice de vulnérabilité le plus important sur le cycle biologique actif est la **Noctule de Leisler** avec une **note de 3.5** sur une échelle de 4.

De fait, le protocole présenté ci-après répond aux modalités prévues initialement et validées dans l'arrêté préfectoral d'autorisation (du 15 novembre 2019). Il est conforme également au protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens révisé en 2018.

2.2.2.1.2 Protocole d'inventaire sur site

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



Figure 3 : Dispositif installé dans la nacelle d'éolienne (copyright : B.A.T.)

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

2.2.2.1.3 Méthode d'analyse des résultats

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

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

Analyse automatique des données brutes

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

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

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

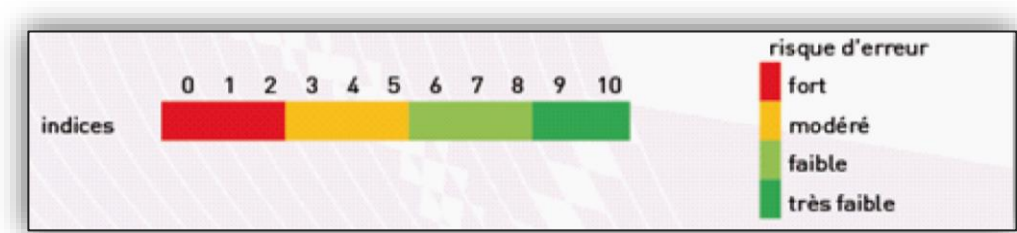


Figure 4 : Indices de confiance établis par SonoChiro® et risques d'erreurs associés

Vérification des résultats par un chiroptérologue

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

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

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

Corrélation des données chiroptérologiques, météorologiques et astronomiques

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

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

2.2.2.1.4 Localisation des protocoles effectués

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

Numéro du point	Habitat	Type de milieu
BATmode S2+	Culture	Ouvert

Tableau 1 : Habitat et type de milieu inventorié

La cartographie suivante permet de rappeler la position de la Batmode S2+ au sein du parc éolien du Ménéac. L'éolienne E5 a été équipée suivant les recommandations de l'étude d'impact, celle-ci représente en effet un facteur de risque plus élevé du fait de sa proximité avec des linéaires arborés favorables aux chiroptères.



Carte 3 : Localisation et dénomination du dispositif Batmode S2+

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

2.3.1 Principes et objectif

L'exploitation d'un parc éolien engendre un risque de mortalité pour la faune volante présente de manière ponctuelle ou répétée à proximité des aérogénérateurs, par collision avec les pales 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

Tableau 2 : modalités de suivi de la mortalité selon le protocole national (2018)

L'étude d'impact a mis en évidence la présence de la Pipistrelle de Nathusius et de la Noctule de Leisler, définies comme des espèces migratrices. Des enjeux concernent donc le groupe des chiroptères avant la semaine 20 (mi-mai). Ces enjeux sont présents dès la semaine 14 (début avril). Par ailleurs, l'arrêté d'autorisation unique du 15 novembre 2019 mentionne que « les suivis de mortalité et d'activité des chiroptères devront être couplés afin de pouvoir corrélérer l'activité en altitude au regard des cadavres découverts. Ils devront être réalisés sur la totalité du cycle biologique des chiroptères (de mi-mars à fin octobre) ».

Au total sur l'année 2025, 35 prospections ont été réalisées dans le cadre du suivi de la mortalité, à raison d'une prospection par semaine, entre les semaines 11 et 46. Le calendrier complet des sorties est présenté en Annexe 4. A noter qu'en raison d'un aléa interne, la sortie prévue initialement en semaine 44 a été décalée à la semaine 46. Cela ne modifie pas les conclusions globales de l'étude.

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, les six éoliennes ont été prospectées lors de ce suivi.

2.3.2.3 Surface et méthode d'échantillonnage

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

Dans le cadre de ce suivi, pour chaque éolienne, un carré de 120 mètres de côté a ainsi été défini comme surface échantillon. La surface théorique d'échantillonnage couvre ainsi une surface de 14 400 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 dix 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.

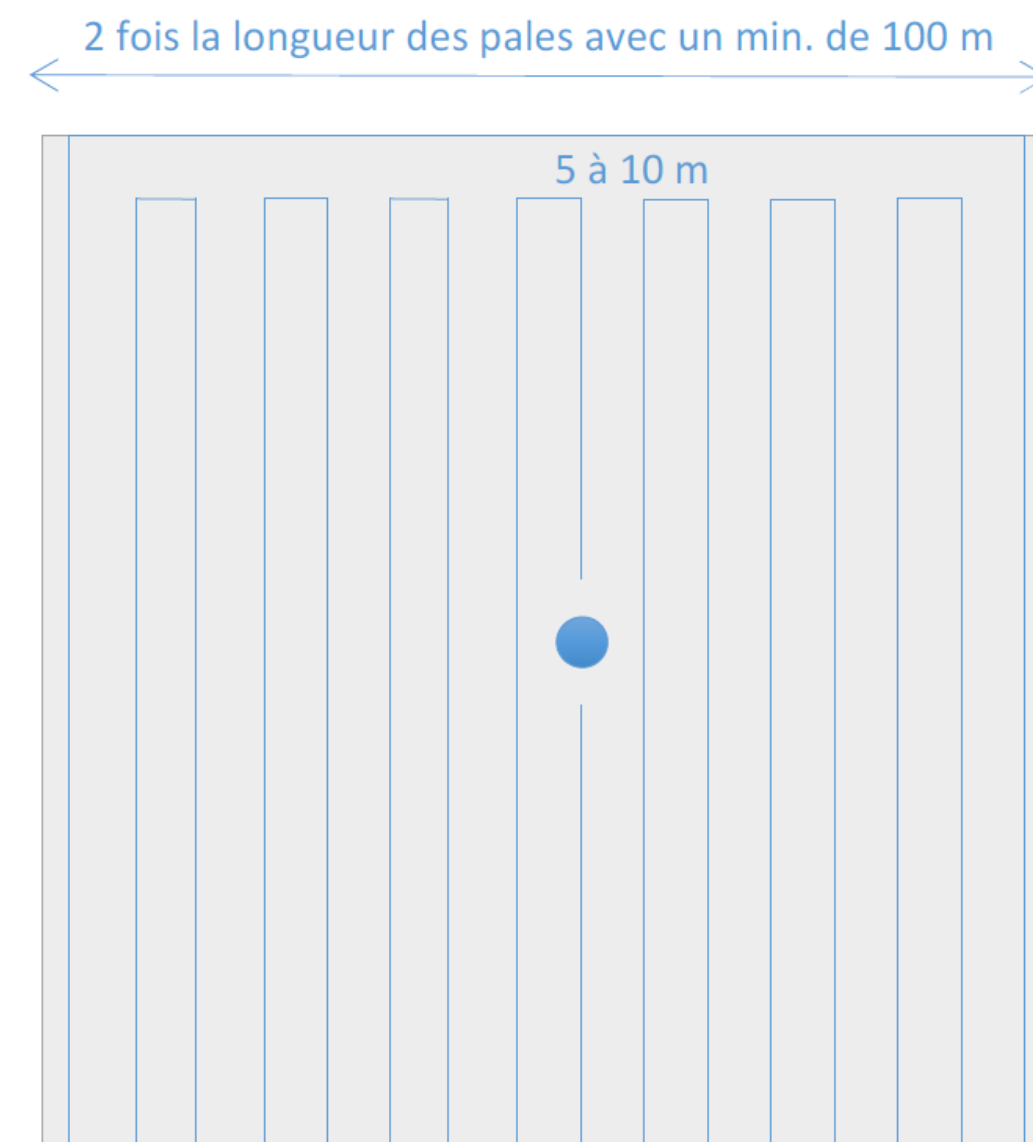


Figure 5 : Schéma du parcours théorique au pied d'une éolienne

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 ; Etterson, 2013).

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

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

- **l’efficacité du chercheur** (efficacité du chercheur à détecter les cadavres au sol) ;
- **la persistance des cadavres** (durée moyenne de présence ou taux de persistance des cadavres avant prélèvement, notamment par des animaux charognards) ;

- **l’intervalle des prospections sur site** ;
- **les surfaces non-prospectables** (surfaces qui ne peuvent être prospectées en raison des contraintes liées au couvert végétal, au dénivelé, à la maîtrise foncière, etc.).

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

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

Test	Date	Nombre cadavres déposés		
		Petit (souris)	Moyen (poussins)	Total
Test 1	20/05/2025	12	6	18
Test 2	05/08/2025	18	6	24
Total		30	12	42

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

2.3.5.1 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 = d_t / d_T

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

2.3.5.2 Test de persistance

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

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

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

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

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

Où :

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

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

2.3.5.3 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 :

$$I = \frac{\sum_{i=1}^S I_i}{r}$$

Où :

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

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 trois formules de calcul des estimateurs standardisés à l'échelle internationale pour faciliter les comparaisons :
 - la formule d'Huso (2010) ;
 - deux formules au 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 SFEPM 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 »)
- *ê* : coefficient correcteur de l'intervalle (voir ci-dessous)
- *A* : coefficient de correction surfacique

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

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

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

« Jones »

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

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

Ainsi, Jones définit le taux de persistance comme suit :

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

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

Ainsi :

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

« Huso »

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

Ainsi, Huso définit le taux de persistance comme suit :

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

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

Ainsi :

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

2.3.5.6 Postulat de chaque méthode d'estimation

Méthodes	Zone recherchée	Intervalle de recherche	Persistance	Efficacité
Erickson (2000)	Pris en compte (basé sur la proportion d'éoliennes inspectées)	Pas d'exigence	Pris en compte (test de persistance) Considère les observations censurées à droite 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 (test 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 (basé sur la proportion d'animaux morts hors de la zone de recherche et la probabilité d'inclure cette zone dans l'échantillon)	Intervalle basé sur « i » (temps au-delà duquel la probabilité de persistance est inférieure à ≤ 1%)	Pris en compte (test de persistance) Considère les observations censurées à droite Suppose que la prédation suit une loi exponentielle	Pris en compte (test d'efficacité) Suppose qu'un cadavre non trouvé lors d'une recherche ne peut l'être aux suivantes

Tableau 4 : Postulats de chaque méthode d'estimation (Erickson, Jones et Huso : d'après Bernardino *et al.*, 2013)

2.4 Calendrier des inventaires

Inventaires et méthodes employées	Nb. sorties	Dates des campagnes	Horaires	Conditions météorologiques d'observation			Personne ayant réalisé les inventaires
				Couverture du ciel	Température	Vent	
Chiroptères							
Enregistrements automatiques en nacelle (Batmode S2+)	257 nuits	Du 6 mars au 17 novembre 2025	Une heure avant le coucher à une après le lever du soleil	-	-	-	Jahli LUCAS Emmeline FLOGNY
Suivi mortalité (cf. annexe)							

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

2.5 Limites des méthodes utilisées et difficultés rencontrées

2.5.1 Limites des méthodes employées

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

2.5.1.1 Limites des méthodes employées pour le suivi des habitats naturels

La période de floraison s'étale sur plusieurs mois en fonction des espèces végétales. Aussi, selon le niveau de précision souhaité pour définir les habitats naturels, la période de suivi peut influencer. Cependant, il est important de noter que les passages effectués ont permis d'avoir une vision précise de la flore présente sur le site.

2.5.1.2 Limites des méthodes employées pour le suivi de l'avifaune

La ponctualité des passages de terrain implique que nombre de comportements vis-à-vis des éoliennes ne sont pas observés sur le cycle complet des espèces.

En phases migratoires notamment, la présence de nuages ou de brouillard peut diminuer la détectabilité des espèces. Ce paramètre météorologique étant variable, les conditions d'observation peuvent être différentes d'une journée d'observation à l'autre. Ceci entraîne une inégalité des résultats obtenus et limite l'observation des comportements. De plus, une grande partie des effectifs de migrants se déplace de nuit. Ces périodes ne sont pas prises en compte dans ce suivi.

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

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

2.5.1.4 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.

2.5.2 Difficultés rencontrées

2.5.2.1 Suivi des chiroptères

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

Concernant le suivi en nacelle via les BATmodes, des problèmes techniques peuvent occasionnellement survenir. Ils peuvent amener une perte d'information par arrêt temporaire des enregistrements de chauves-souris. Cela a été le cas pour ce suivi. En effet, une absence de données est à noter entre le 17 octobre et le 17 novembre 2025. Ce manque de données peut s'expliquer par un dysfonctionnement du micro en raison de problème interne à l'éolienne.

Un autre problème possible est l'enregistrement par les dispositifs BATmode 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. Peu de sons parasites ont été enregistrés au cours de cet inventaire.

Au regard des deux années de suivi précédentes, ces difficultés ne modifient pas les conclusions globales des analyses sur le comportement, la diversité et la quantité des chiroptères présents en vol à hauteur de nacelle sur le site du Ménéac.

2.5.2.2 Suivi de la mortalité

Les conditions météorologiques (visibilité moyenne due au brouillard ou au soleil empêchant de voir correctement les reliefs) ont pu limiter la détection des cadavres lors de quelques sorties. Certaines éoliennes

n'ont parfois pas pu être prospectées en raison de travaux de maintenance et de travaux agricoles (notamment traitements phytosanitaires). Ces surfaces non prospectées sont recensées à chaque sortie et prises en compte dans l'analyse des résultats.

Le second test d'efficacité sous l'éolienne E6 n'a pu être réalisé en raison de travaux agricoles (traitements phytosanitaires) qui ont eu lieu après le dépôt des cadavres.

Enfin, suite à un aléa interne, la sortie prévue initialement en semaine 44 a été décalée à la semaine 46.

Ces difficultés ne modifient pas les conclusions globales des analyses sur la mortalité.

3 Résultats et analyse du suivi d'activité des chiroptères

3.1 Bilan des connaissances de l'étude d'impact

D'après les résultats présentés dans l'étude d'impact du parc éolien du Ménéec, 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 Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl. Cependant, aucune écoute en altitude n'a été effectuée lors de l'étude d'impact. De ce fait, les espèces de haut vol sensibles à l'éolien sont potentiellement sous-estimées. Le suivi comportement de la présente étude cible précisément l'activité des chiroptères au niveau des rotors. Cela devrait permettre d'étoffer les résultats de l'étude d'impact, en particulier sur le groupe des espèces de haut vol, comme les noctules.

Les conclusions de l'étude d'impact réalisée par AEPE Ginko en 2019 ne révèlent « aucun enjeu majeur » sur la zone d'étude « puisque aucun site d'hibernation, de reproduction ou d'estivage n'a été recensé. Seuls des enjeux moyens liés aux zones de chasse et des enjeux plus ou moins élevés en fonction de la fréquence d'activité liée aux couloirs de déplacement sont présents ».

Cependant « cinq des 14 espèces recensées ont un risque de collision avec les éoliennes élevé et deux espèces ont un risque de collision jugé comme moyen ».

D'après l'étude d'impact de 2019, les impacts en phase d'exploitation du parc éolien du Ménéec sur les espèces les plus communes en Bretagne (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius, Sérotine commune) ne semblent pas de nature à remettre en cause leur état de conservation. Le présent suivi ICPE doit permettre d'affiner ces résultats, une corrélation entre les écoutes en nacelle et le suivi de la mortalité au sol sera réalisée.

3.2 Suivi de l’activité des chiroptères en 2025

3.2.1 Suivi ultrasonique automatique permanent en nacelle

Les résultats présentés dans cette partie correspondent aux inventaires réalisés à l’aide d’un détecteur automatique d’ultrasons de type Batmode S, installé au niveau de la nacelle de l’éolienne E5. Ces inventaires ont été réalisés en continu durant les périodes les plus importantes du cycle biologique des chiroptères, du 6 mars 2025 au 17 novembre 2025. Pour rappel, une absence de données est à noter entre le 17 octobre et le 17 novembre 2025.

Le dispositif est donc resté installé durant 257 nuits et **l’analyse porte sur l’ensemble de ces nuits**, qui se situent en effet dans le cycle biologique actif des chiroptères (mars à novembre).

3.2.1.1 Diversité et activité spécifique enregistrée

3.2.1.1.1 Résultats obtenus sur l’ensemble du cycle

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

Genre	Espèces	Recensement			Total estimé
		Transits printaniers et gestation	Mise-bas et élevage des jeunes	Transits automnaux et swarming	
Eptesicus	Sérotine commune	-	20	-	20
Nyctalus	Noctule commune	22	50	10	82
	Noctule de Leisler	-	1	6	7
Pipistrellus	Pipistrelle commune	405	733	3 490	4 628
	Pipistrelle de Kuhl	56	81	24	161
	Pipistrelle de Nathusius	80	219	97	396
Recensements n’ayant pas pu être déterminés à l’espèce					
	Sérotine / Noctule sp.	-	39	8	47
	Pipistrelle sp.	8	19	2	29
Total	6 espèces	571	1 162	3 637	5 370

Tableau 6 : Répartition du nombre de contacts par espèce et par éolienne

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

En hauteur, on constate une cohérence avec la bibliographie disponible, au travers d’une plus forte proportion des espèces dites de haut-vol ou de lisière généralistes (Noctule de Leisler, Noctule commune, Sérotine commune et pipistrelles) qui totalisent toute l’activité, les espèces plus forestières comme la Barbastelle d’Europe n’étant pas présentes.

Ainsi, la Pipistrelle commune regroupe la majorité de l’activité avec 86 % des contacts. La Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule commune suivent avec respectivement 7 % ; 3 % et 2 % de l’activité en hauteur. La Noctule de Leisler et la Sérotine commune sont bien moins représentées avec moins de 1 % des contacts totaux.

On notera donc la plus forte présence des pipistrelles et plus particulièrement de la proportion non négligeable de la Pipistrelle de Nathusius, en comparaison des autres espèces. En effet, il s’agit d’une espèce sensible à l’éolien et également migratrice.

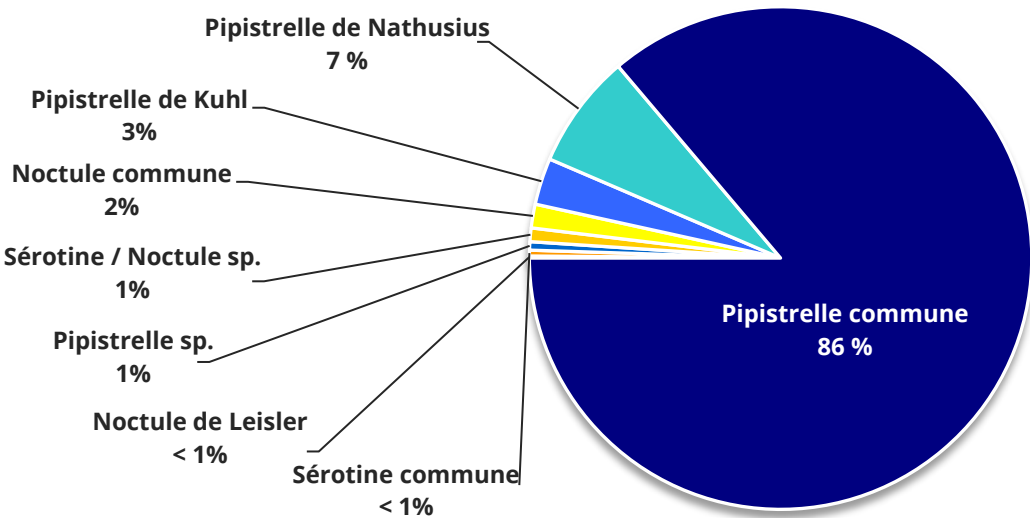


Figure 6 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d’espèces sur l’ensemble de la période d’étude

3.2.1.1.2 Résultats obtenus en fonction du cycle biologique des chiroptères

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

	Transits printaniers et gestation	Mise-bas et élevage des jeunes	Transits automnaux et swarming	Hiver	Cycle complet
Nombre de contacts	571	1 162	3 637	0	5 370
Nombre de nuits d’enregistrements	77	76	82	12	247
Pourcentage du nombre de contacts par nuit	11 %	23 %	66 %	0 %	100 %
Moyenne du nombre de contacts par nuit	7	15	44	0	22

Tableau 7 : Répartition du nombre de contacts au sol et en hauteur en fonction des phases biologiques

On constate que la période des transits automnaux et du swarming correspond à la phase présentant la plus forte activité, largement supérieure aux autres, puisqu’elle concentre 66 % des contacts totaux et représente un niveau d’activité fort. La période de mise bas et d’élevage des jeunes arrive ensuite, avec 23 % des contacts

enregistrés, suivie par la phase des transits printaniers et de gestation, qui représente 11 % des contacts. Cette activité est considérée comme modérée à l'instar du cycle complet.

3.2.1.1.3 Résultats obtenus en fonction du mois d'inventaire

En comparant les mois entre eux, on observe une nette prédominance du groupe des pipistrelles tout au long de la période de suivi, et plus particulièrement de la Pipistrelle commune, largement majoritaire sur l'ensemble des mois. Concernant les noctules (Noctule commune et Noctule de Leisler), elles sont moins représentées en proportion, mais restent non négligeables, notamment au printemps et en fin d'été. Elles apparaissent proportionnellement plus présentes aux mois de, juin, août et septembre, traduisant des phases de transit et de déplacements à plus grande échelle.

Les mois de mai et juin concentrent une part importante de l'activité enregistrée sur le site, correspondant à une intensification des déplacements printaniers et à la mise en place des territoires estivaux. Cette période se caractérise par une présence notable de noctules, et en particulier de la Noctule de Leisler, ainsi que de la Pipistrelle de Nathusius, espèces connues pour leurs comportements migratoires. Un net creux est ensuite observé en juillet, avant une reprise de l'activité en août et septembre, période durant laquelle les noctules restent bien représentées. Ces mois correspondent aux déplacements post-reproducteurs, aux premiers transits automnaux et aux regroupements de type swarming.

Le mois d'octobre se distingue nettement comme la période la plus active, concentrant la majorité des contacts enregistrés sur l'ensemble du cycle annuel. Cette activité est principalement portée par les pipistrelles, mais s'inscrit plus largement dans une phase de transits automnaux marqués. À l'inverse, les mois de mars et avril présentent des niveaux d'activité faibles, correspondant à une reprise progressive de l'activité en sortie d'hibernation.

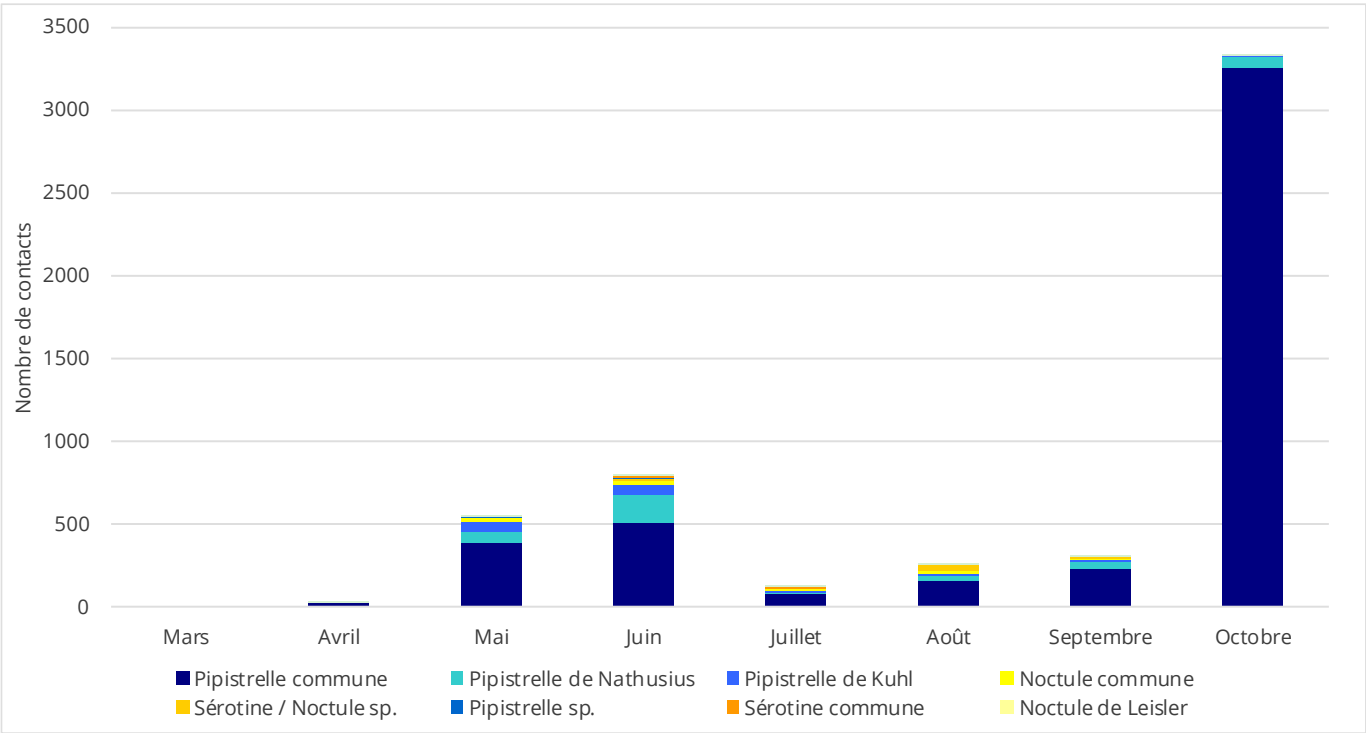


Figure 7 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Septembre	Octobre
Nombre de contacts	0	28	543	793	118	253	299	3 336
Nombre de nuits d'enregistrements	12	30	31	30	31	31	30	21
Pourcentage du nombre de contacts par nuit	0 %	< 1 %	8 %	12 %	2 %	3 %	4 %	70 %
Moyenne du nombre de contacts par nuit	0	1	18	26	4	8	10	159

Tableau 8 : Répartition du nombre de contacts en fonction des mois d'inventaires

3.2.1.1.4 Résultats obtenus en fonction de la nuit d'inventaire

Le graphique suivant illustre l'activité chiroptérologique par nuit d'inventaire. Ainsi, l'activité inter-journalière des chauves-souris est très irrégulière. Le nombre de contacts enregistré par nuit varie de 0 à 2 373 contacts. Cette variabilité journalière reste particulièrement complexe à anticiper, dépendant de multiples facteurs à l'exemple des conditions météorologiques ou de la présence de ressource alimentaire, etc. Dans l'état des connaissances actuelles, il est très difficile de comprendre ces variations mais une hypothèse de migration peut être formulée sur ce site. En effet, des pics d'activités très forts et concentrés sur certaines nuits peuvent survenir brusquement, comme au mois de mai et en automne, ce qui correspond pour partie aux périodes de migration.

Pour rappel, la période analysée dans la présente étude s'étend du 6 mars 2025 au 17 novembre 2025 avec une absence de données entre le 17 octobre et le 17 novembre 2025. Ce manque de données peut s'expliquer par un dysfonctionnement du micro en raison de problème interne à l'éolienne sans que cela ne modifie les conclusions globales des analyses sur le suivi des chiroptères en vol à hauteur de nacelle sur le site du Ménéec.

Les premiers contacts de chauves-souris ont été recensés le 6 avril 2025.

Plusieurs nuits ont donc enregistré un nombre de contacts conséquent. En effet, alors que la plupart des nuits ne dépassent pas la centaine de contacts enregistrés, il y a eu 422 contacts le 31 mai et 2 373 le 9 octobre.

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

Les noctules sont plus présentes en période de mise bas et d'élevage des jeunes, avec des contacts en juin et juillet, mais également en période de reproduction et de swarming, avec des contacts sur les mois d'août et septembre. La présence de colonie de mise bas et de site de swarming à proximité est donc probable.

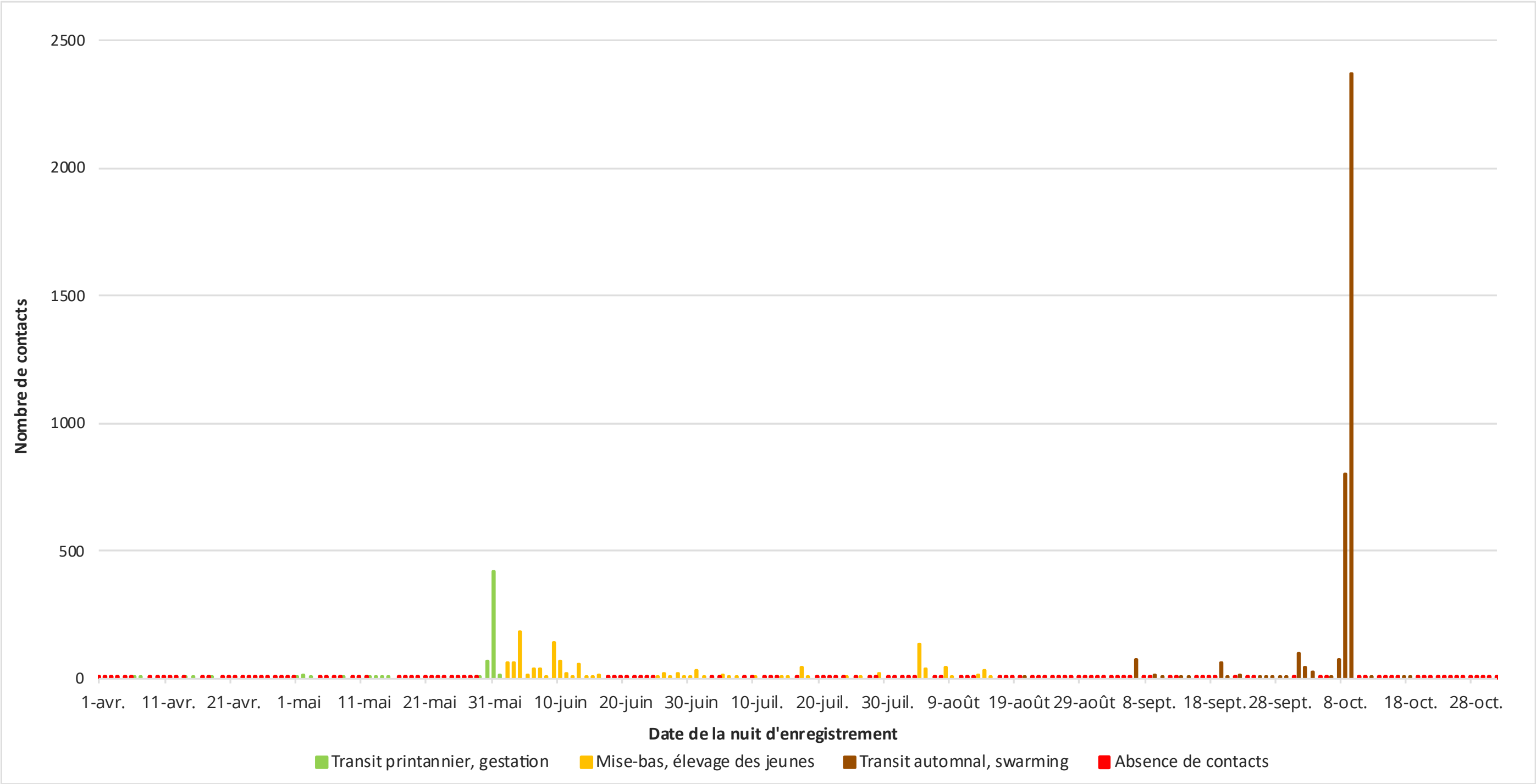


Figure 8 : Répartition du nombre de contacts par jours durant l'ensemble de la période d'inventaire

3.2.1.2 Activité chiroptérologique en fonction des facteurs astronomiques et météorologiques

3.2.1.2.1 Activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien

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

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

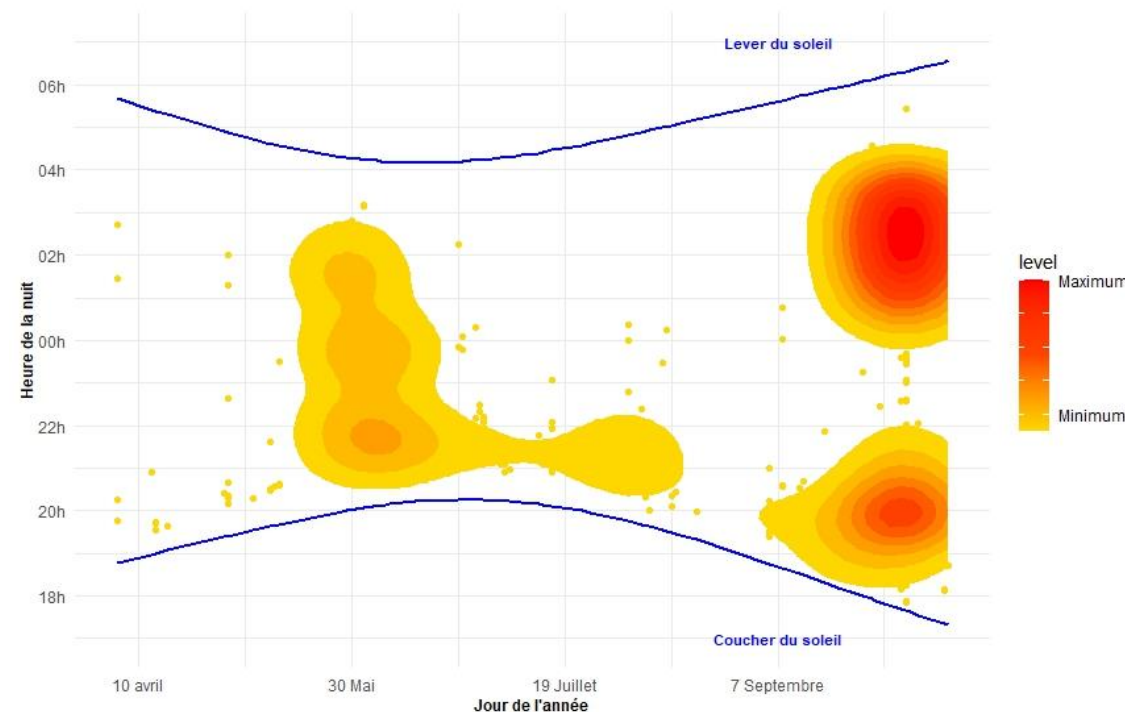


Figure 9 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien

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

Sur la période analysée, cette tendance n'est pas réellement observée, hormis au printemps où l'activité a été plus faible ; on constate en effet des niveaux d'activités qui peuvent rester assez réguliers au cours de la nuit, notamment au mois de juin. L'activité peut même augmenter peu avant que le soleil ne se lève. Cela est surtout observé sur la nuit du 8 octobre, avec même des niveaux plus forts en fin de nuit. Cette reprise d'activité est observée relativement fréquemment en présence de noctules, mais sur le site cette reprise d'activité est engendrée par la Pipistrelle commune. 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).

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

3.2.1.2.2 Activité chiroptérologique en fonction de la température

La température semble jouer un rôle sur l'activité chiroptérologique. Si plusieurs auteurs concluent à une corrélation positive entre l'augmentation de la température et l'activité (Redell *et al.*, 2006 ; Arnett *et al.*, 2006, 2007 ; Baerwald & Barclay 2011, etc.), d'autres ne considèrent pas ce paramètre en tant que facteur influant indépendamment sur l'activité chiroptérologique (Horn *et al.*, 2008 ; Kerns *et al.*, 2005). Arnett *et al.*, 2006 ont en outre observé qu'au-dessus de 44 m d'altitude, l'activité n'était en rien affectée par la température. Les opinions sur les autres paramètres météorologiques, sont d'autant plus mitigées. La pression atmosphérique (Cryan & Brown 2007 ; Cryan *et al.*, 2014) et l'hygrométrie (Behr *et al.*, 2011) pourraient également 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

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

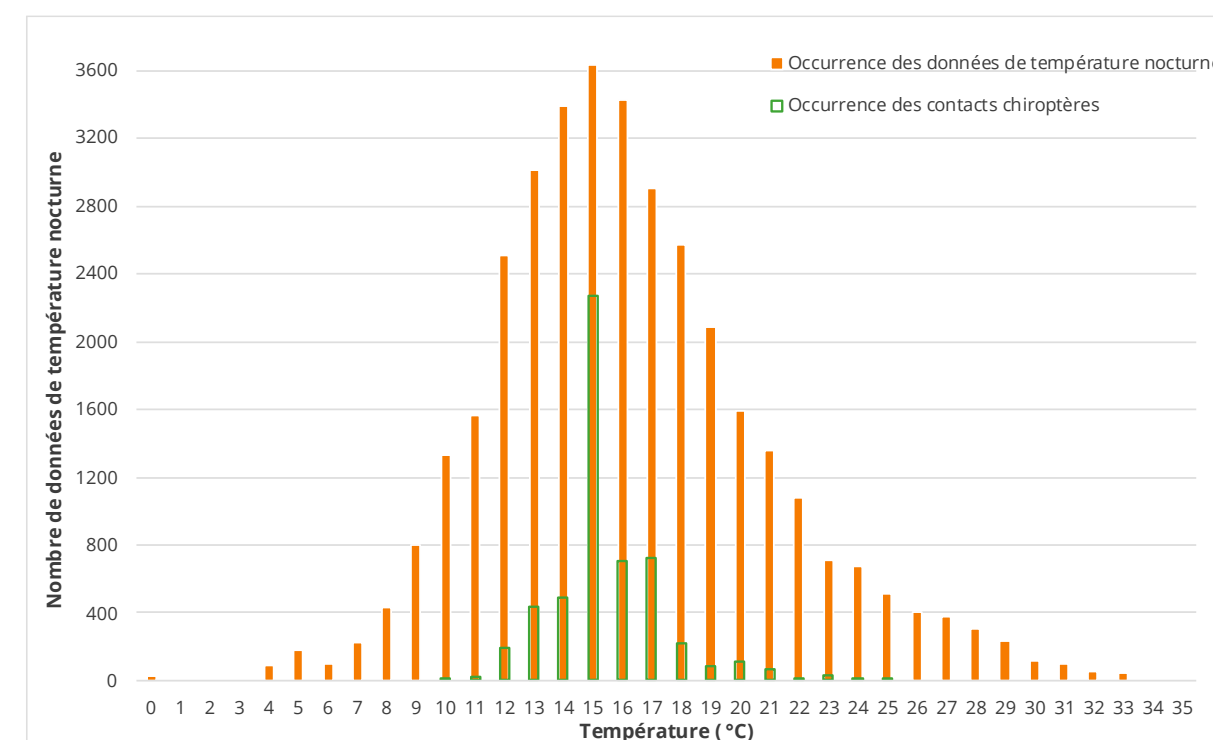


Figure 10 : Activité des chiroptères en fonction de la température

Les inventaires réalisés sur le site montrent ainsi que les chiroptères semblent concentrer leur activité entre 12 et 18 °C, en décalage avec les températures nocturnes « disponibles » qui se concentrent entre 8 et 27 °C. **L'activité semble démarrer réellement à partir de 13 °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 13 °C et jusqu'à plus de 18 °C de température. On voit clairement sur ce graphique la forte activité en octobre avec des plages de températures variées utilisées par les chiroptères.

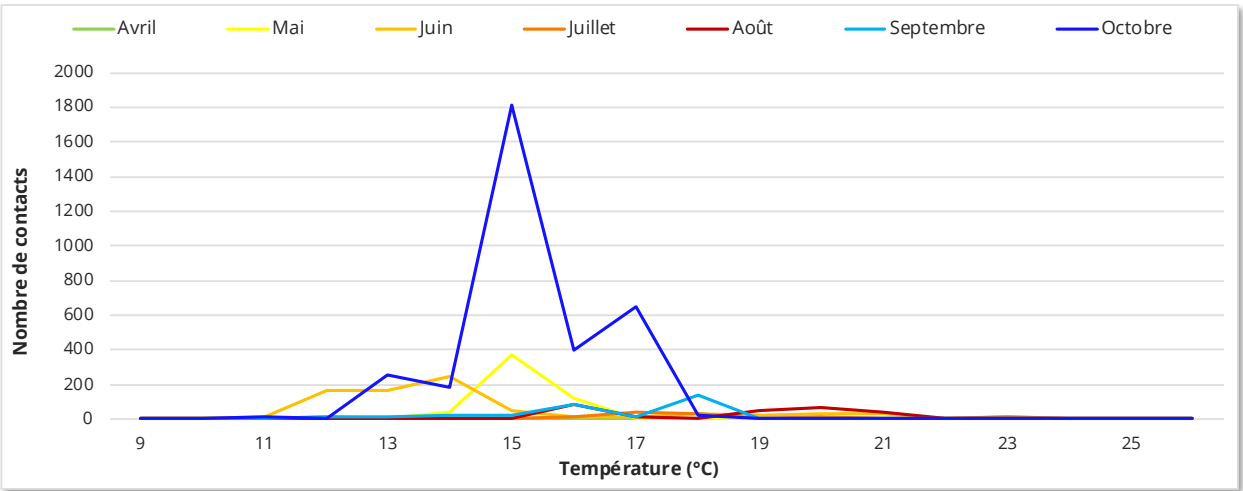


Figure 11 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la température

3.2.1.2.3 Activité chiroptérologique en fonction de la vitesse du vent

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

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

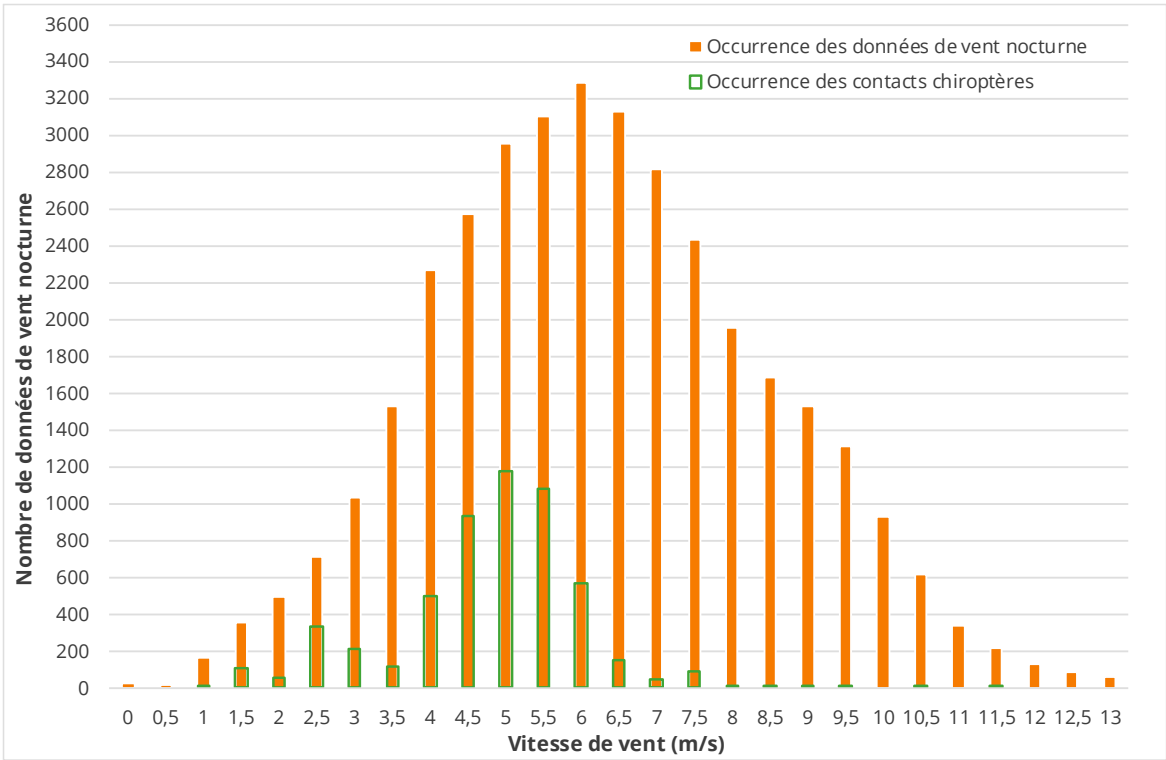


Figure 12 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent

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

L'activité chiroptérologique semble s'étaler entre des valeurs de vent comprises entre 1 et 11,5 m/s à hauteur de nacelle avec une importance accrue entre 1,5 et 6,5 m/s. Au-delà de ce seuil, l'activité chute effectivement et devient plus sporadique.

Résultats obtenus par analyse mensuelle

L'analyse mensuelle de l'activité des chiroptères expose les mêmes tendances que celles observées sur l'ensemble de la période étudiée, à savoir que l'activité semble s'étaler surtout entre des valeurs de vent comprises entre 2,5 et 6,5 m/s à hauteur de nacelle. On observe bien la chute à partir de ce seuil mais l'on note que l'activité ne devient pas pour autant négligeable, notamment à 7,5 m/s en août, ou encore avec un pic à 10,5 m/s en octobre.

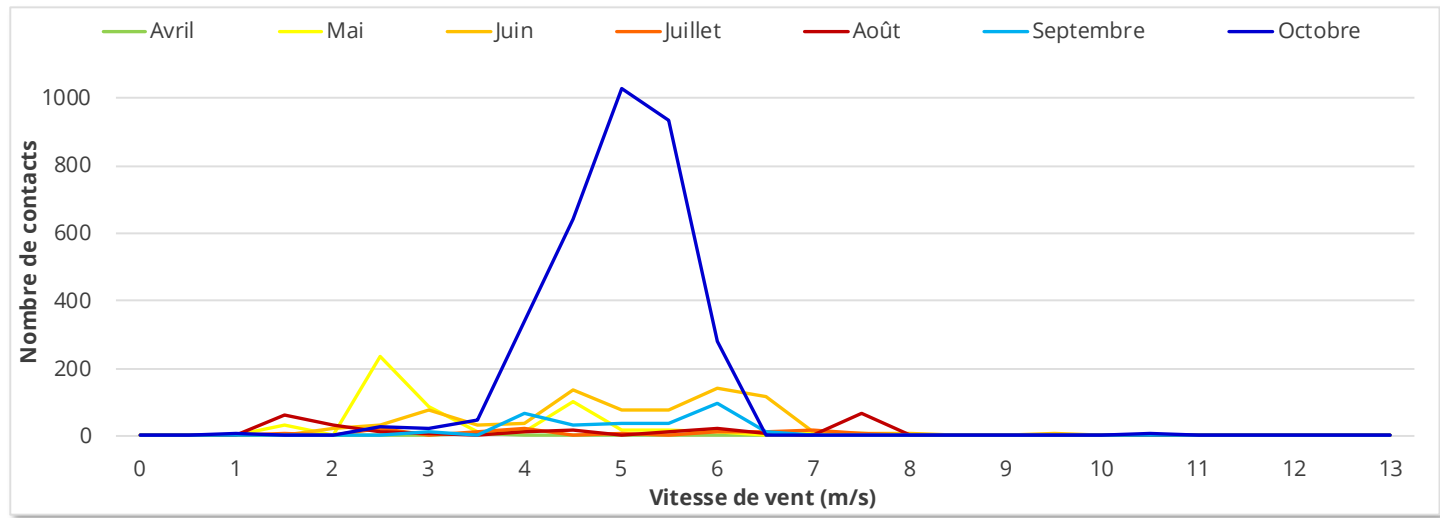


Figure 13 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction du vent

3.2.2 Synthèse des résultats du suivi comportemental des chiroptères en nacelle

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

- la diversité spécifique est de six espèces confirmées, avec la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune ;

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

- l'activité chiroptérologique est modérée sur l'ensemble du cycle étudié. Elle est plus importante en mai, juin, septembre et octobre. Ces deux périodes correspondent à des phases de mise bas et d'élevage des jeunes ainsi que de transits entre les gîtes estivaux et les gîtes hivernaux. Ainsi, des phénomènes migratoires sont plausibles ;

- l'activité chiroptérologique en hauteur est éparse tout au long de la nuit sans densification d'activité remarquable hormis sur le mois d'octobre présentant une très forte activité. Deux schémas se distinguent durant cette période de forte activité, cette dernière débute deux heures après le coucher du soleil et connaît un regain trois heures avant le lever du soleil. Ces observations peuvent être reliées avec des comportements migratoires. Durant la période printanière l'activité est concentrée dans les premières heures après le coucher du soleil et s'étend avec une légère diminution jusqu'en fin nuit ;

- l'activité chiroptérologique en hauteur est marquée surtout à partir de 13 °C ;

- l'activité chiroptérologique en hauteur est principalement concentrée entre des vitesses de vent de 1,5 et 6,5 m/s. L'activité présente après ce seuil est plus sporadique, on note cependant des contacts de chiroptères jusqu'à 10,5 m/s ;

- l'enjeu principal sur le site semble concerner les périodes de mise bas et d'élevage des jeunes, ainsi que les périodes de transit entre les gîtes estivaux et hivernaux, traduisant potentiellement un phénomène migratoire. Les proportions remarquables de Pipistrelle commune et de Pipistrelle de Nathusius et celles non négligeables des noctules présentent également un enjeu pour le maintien de ces espèces. Les noctules sont effectivement capables de migrer et d'évoluer en hauteur sous de plus fortes vitesses de vent, ce qui présente un risque accru de collision ou de mortalité notamment pour la Noctule de Leisler.

3.3 Bilan et comparaison avec l'étude d'impact et les suivis environnementaux précédents

3.3.1 Diversité spécifique

16 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 (2014-2015 et 2017-2018)	Suivi (2023)	Suivi (2024)	Suivi (2025)
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastellus barbastellus</i>	X			
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>		X		
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	X			
Murin à moustaches	<i>Myotis emarginatus</i>	X			
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	X			
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	X			
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>		X	X	X
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	X	X	X	X
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	X			
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	X			
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	X			
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	X	X	X
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	X	X	X	X
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	X	X	X	X
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	X			
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	X	X	X	X
Recensements n'ayant pas pu être déterminés à l'espèce					
Murin sp.	<i>Myotis sp.</i>	X			
Pipistrelle sp.	<i>Pipistrellus sp.</i>	X		X	X
Sérotine / Noctule sp.	<i>Eptesicus / Nyctalus sp.</i>	X		X	X
Total des espèces	16	14	7	6	6
Espèce présente durant les quatre périodes d'études					

Tableau 9 : Résultats de la diversité spécifique en fonction des études menées sur le parc du Ménéec

L'étude d'impact, incluant les résultats des inventaires chiroptérologiques (initiaux de 2014-2015 et complémentaires de 2017-2018), a permis de recenser 14 espèces certaines, contre six ou sept pour ceux de 2023, 2024 et 2025.

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

Durant l'étude d'impact, 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 2023, 2024 et 2025, les inventaires sur nacelle permettent de détecter seulement les espèces de chauves-souris capables d'évoluer en hauteur, à de plus rares exceptions.

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

Cinq espèces seulement sont communes aux quatre périodes d'inventaires, ce qui atteste de leur occupation régulière du site. Ces espèces sont parmi les plus communes en Europe : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule de Leisler et la Sérotine commune. Ce sont des espèces généralistes et qui sont capables de voler en hauteur.

Parmi les espèces présentes, des cortèges plus forestiers sont présents dans l'étude d'impact avec les protocoles au sol (Murin de Natterer, Murin à oreilles échancrées, oreillards, etc.) contre davantage d'espèces de haut-vol avec les protocoles d'écoute sur nacelle de 2023 à 2025 (noctules, Sérotine commune et pipistrelles). Ces différences s'expliquent par les protocoles utilisés.

En comparant les 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 trois années d'inventaire. La Pipistrelle de Nathusius, plus rare, est également retrouvée sur l'ensemble des inventaires.

3.3.2 Activité recensée

Une comparaison entre l'étude d'impact et le suivi en nacelle paraît impossible du fait des différences de protocoles utilisés.

Une comparaison plus fine entre les trois années de suivis environnementaux est cependant possible car les protocoles utilisés sont les mêmes, un cumul des différents paramètres a donc été effectué afin de mettre en évidence des valeurs seuils et comportement spécifiques, les résultats sont présentés ci-après :

3.3.3 Cumul des trois années de suivis environnementaux

3.3.3.1 Répartition par cortège

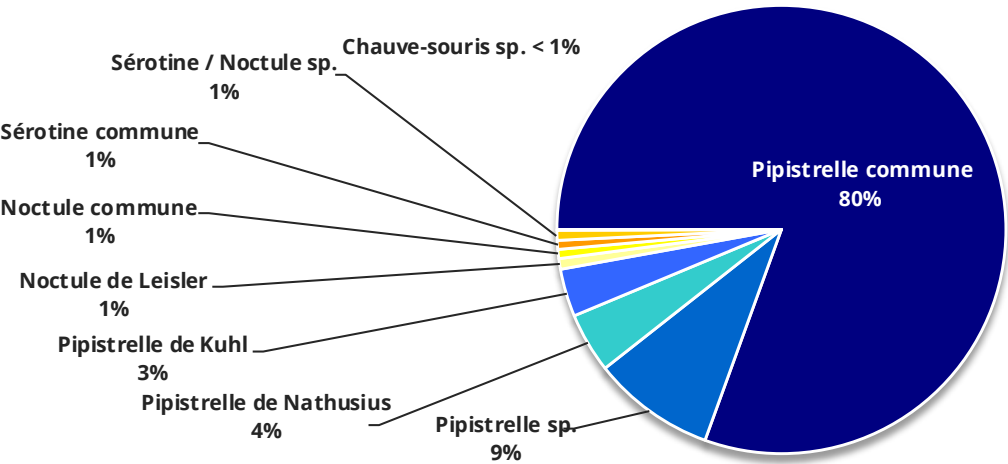


Figure 14 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur les trois années d'études

Sur trois années de suivi le cortège qui domine est le groupe des pipistrelles devant le groupe des noctules et des sérotines. On note bien que l'espèce la plus présente sur les trois années est la Pipistrelle commune.

3.3.3.2 Activité par nuit

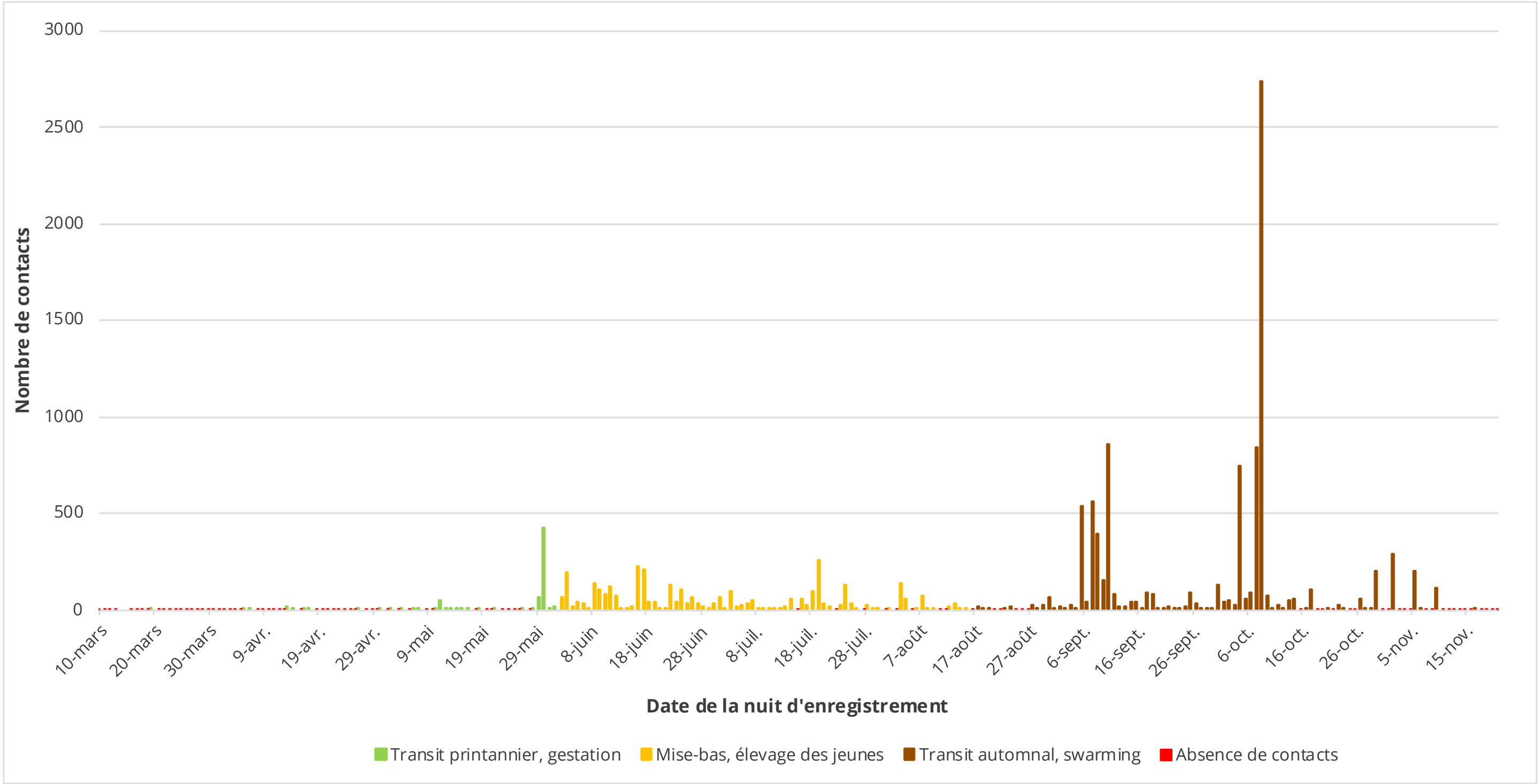


Figure 15 : Répartition du nombre de contacts par jours sur les trois périodes d'études

L'activité par nuit reste très irrégulière sur les trois années de suivi. On constate cependant que les "pics" les plus importants se concentrent sur les mois de septembre et octobre. C'est donc sur cette période que peuvent survenir des nuits à très forte activité.

3.3.3.3 Activité par mois

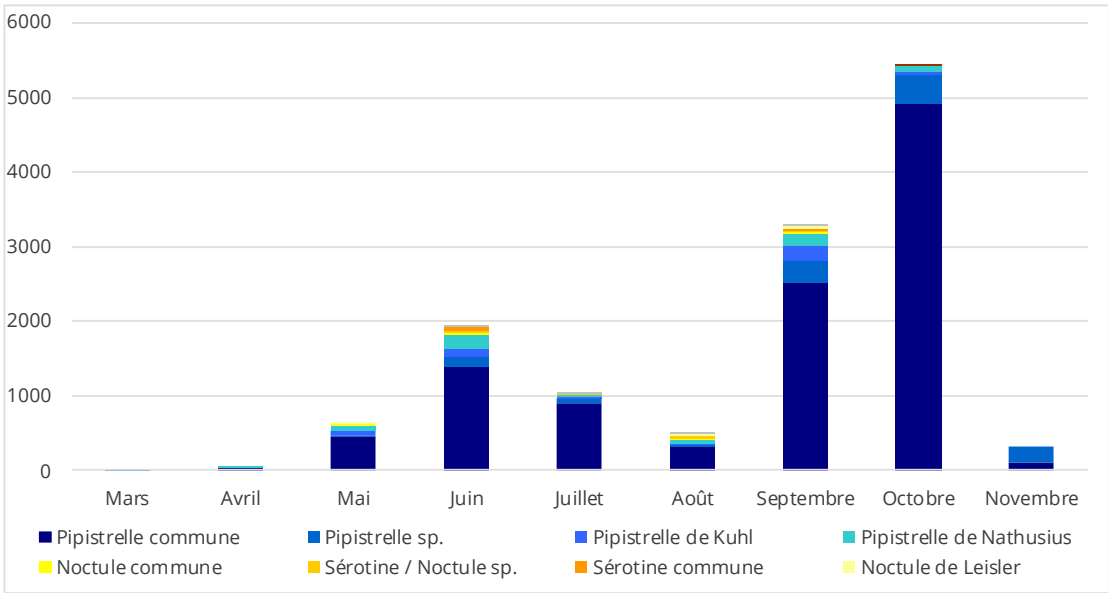


Figure 16 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement sur les trois périodes d'études

Les mois qui concentrent le plus d'activité et d'enjeu sont juin, septembre et octobre sur les trois années de suivi. Il ne faut pas négliger l'activité sur les autres mois cependant, en particulier les mois de mai et juillet.

3.3.3.4 Activité circadienne

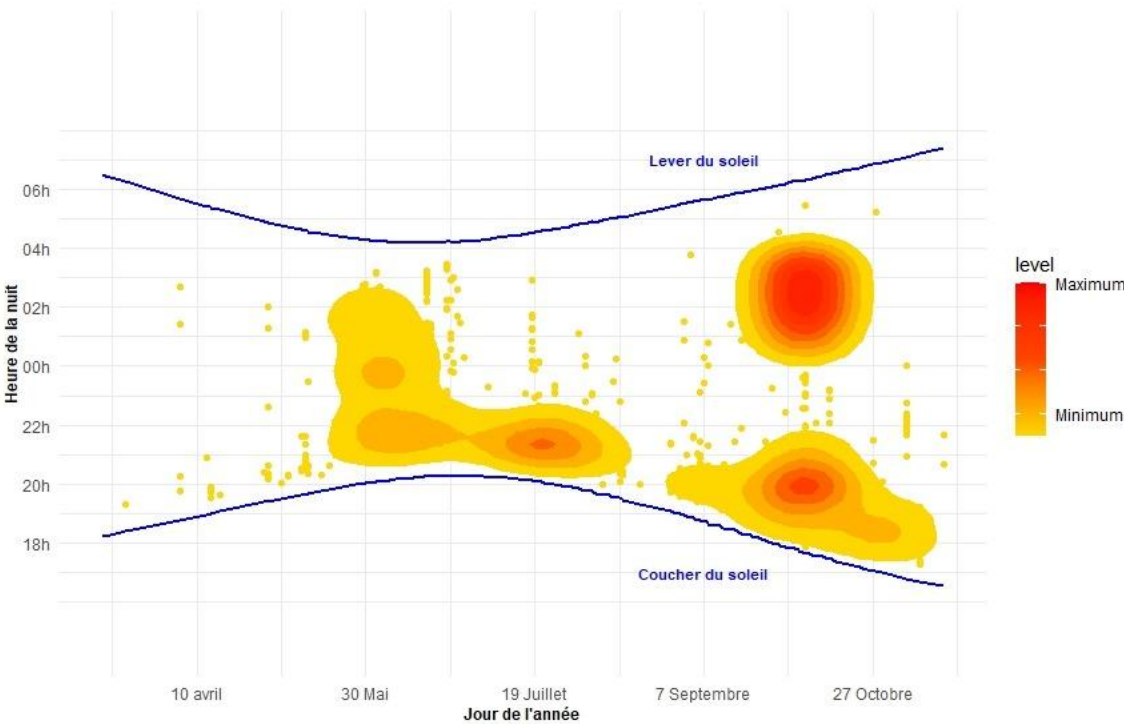


Figure 17 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien

L'activité en fonction des heures de la nuit est particulièrement forte de fin mai à fin juillet et de début septembre à fin octobre sur les trois années de suivi.

3.3.3.5 Activité en fonction de la température

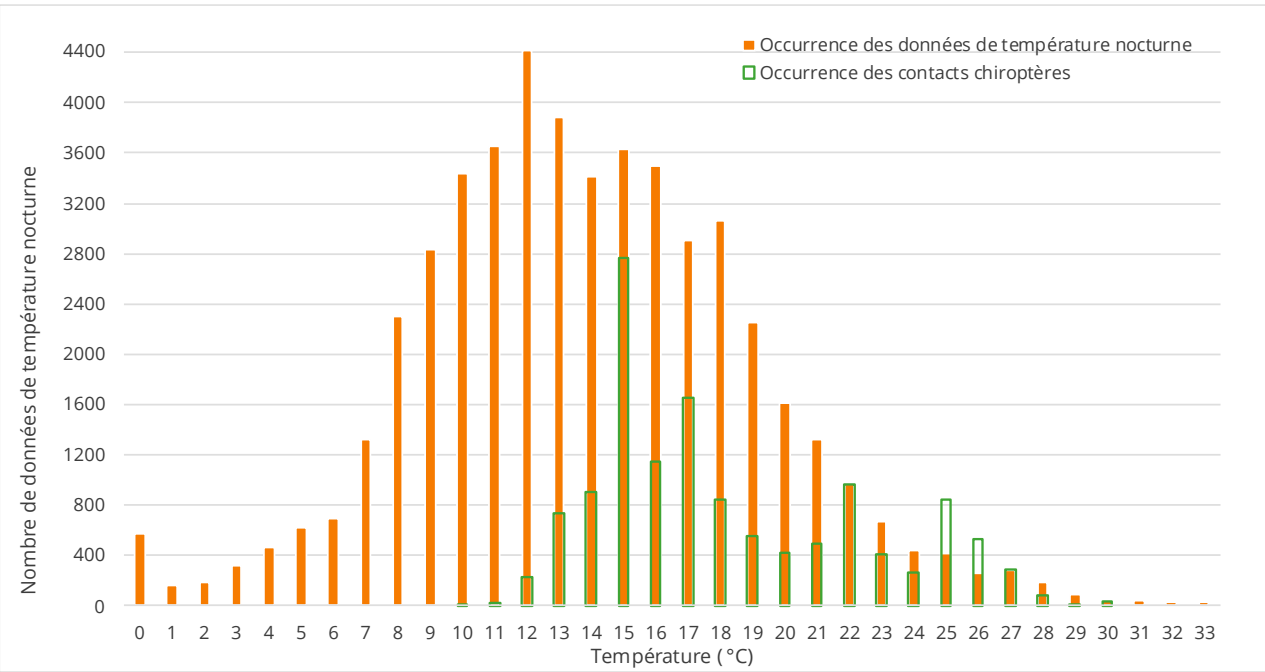


Figure 18 : Activité des chiroptères en fonction de la température

Sur les trois années de suivi, les seuils à retenir sont un démarrage possible de l'activité des chiroptères dès 10 °C pour les saisons froides, et une activité qui devient non négligeable à partir de 13 °C pour le reste de la période.

3.3.3.6 Activité en fonction du vent

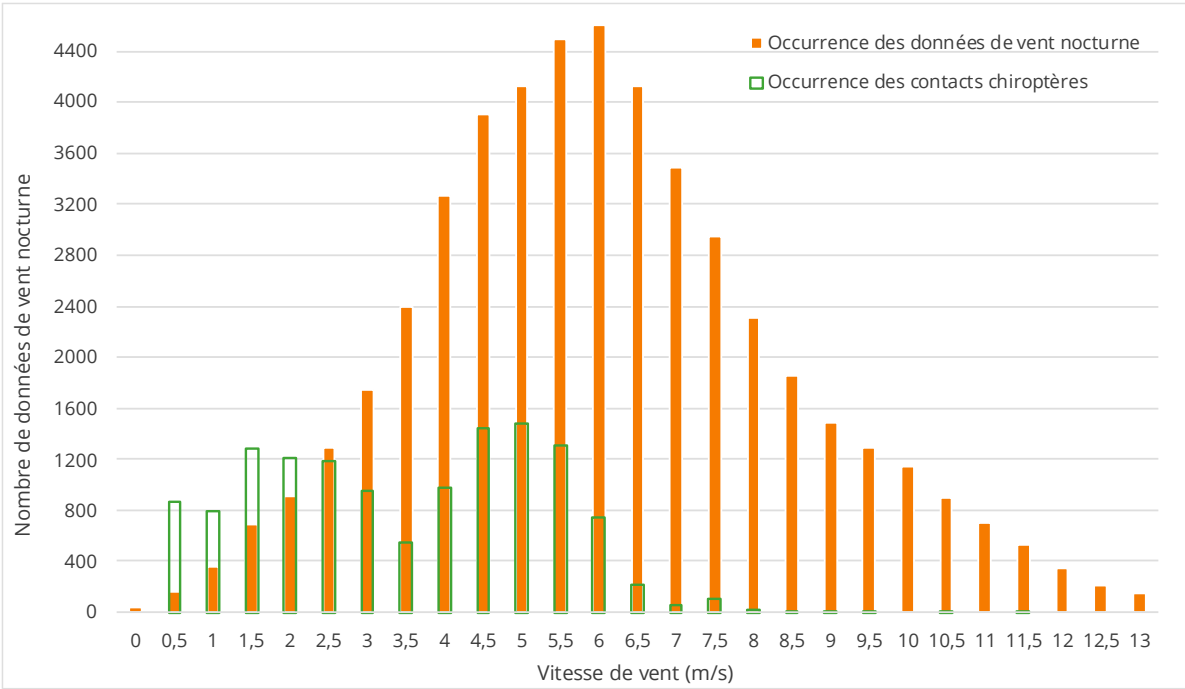


Figure 19 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent

L'essentiel de l'activité des chiroptères sur les trois années de suivi s'étale de 0,5 m/s jusqu'à 6 m/s (90 % des contacts). Il ne faut pas négliger les contacts au-delà de ce seuil cependant, notamment à 10,5 m/s et à 11,5 m/s.

3.4 Principaux éléments à retenir du suivi environnemental

L'année 2025 vient confirmer la répartition par cortège et la fréquentation du site : forte présence de Pipistrelle commune, de Pipistrelle de Nathusius ; espèces essentiellement de haut-vol (sensibles à l'éolien), et activité globale non négligeable (5 370 contacts en 2025).

L'activité est plus forte en été et en automne, particulièrement au mois d'octobre et reste présente mais plus faiblement en été, en juin et juillet. La possibilité d'une activité migratoire sur le site se confirme en 2025.

Si l'on se concentre sur le cumul des trois années de suivi en nacelle, on note même une augmentation de l'activité avec 5 370 contacts en année 3 contre 2 348 en année 2. Il faut cependant relativiser : d'une année sur l'autre, en fonction des conditions météorologiques et d'un panel d'autres facteurs non mesurables (proies, migrations, naissances...) le comportement des chiroptères peut être très différent. Il est néanmoins à retenir que le site est bien utilisé par les espèces du genre Pipistrellus, mais également même si l'activité est moindre par les espèces du genre Nyctalus, très sensibles à l'éolien. Par ailleurs, l'activité des chiroptères peut dépasser les 7 m/s la nuit, ce qui est une donnée importante pour les mesures de réductions en place.

En conclusion : le site du Ménéec (22) présente une activité chiroptérologique non négligeable, qui est plutôt concentrée en été et en automne. Le plan de bridage préventif adopté en 2024, en concertation avec l'exploitant, reste nécessaire ; il sera adapté avec les résultats 2025.

Trois cadavres de Pipistrelle commune ont été retrouvés lors du suivi 2025. La mortalité est jugée non significative pour le parc du Ménéec. Néanmoins, au regard des mortalités des années précédentes et des proportions de contacts de Pipistrelle commune (espèce au statut réglementaire défavorable), il est recommandé de réaliser une adaptation de la programmation d'arrêt préventif sur le mois d'août. En effet, l'activité de la Pipistrelle commune sur ce mois est majoritaire et insuffisamment protégée par les paramètres du plan déjà effectif. De plus, il y a eu des cas de mortalité de cette espèce ce même mois.

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

4.1 Résultats des tests et paramétrage des méthodes d’estimation

4.1.1 Durée moyenne de l’intervalle

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

La durée moyenne de l’intervalle est : I = 7,18 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	Valentine FUGERE	20/05/2025	18	15
T2	Valentine FUGERE	05/08/2025	19	12
Total			37	27

Tableau 10 : Résultats des tests d'efficacité

Le coefficient d'efficacité du chercheur est : d = 0,73.

4.1.3 Persistance des cadavres

Le test de persistance a pour but de déterminer la durée moyenne de persistance des cadavres. Ce paramètre est 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+8 (T1) J+9 (T2)	J+13
T1	20/05/2025	18	17	11	3	3	3
T2	05/08/2025	24	18	15	6	4	3
Total		42	35	26	9	7	6

Tableau 11 : Résultats des tests de persistance

La durée moyenne de persistance des cadavres est : t = 4,81 jours.

4.1.4 Surfaces prospectées et correction surfacique

La correction surfacique appliquée à l’estimation de la mortalité est calculée d’après les surfaces prospectées sur le terrain, synthétisées dans le tableau suivant (tableau complet en Annexe 9). 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 14 400 m² par éolienne soit 86 400 m² par prospection pour l’ensemble du parc.

Surface prospectée / éolienne (m²)							
Éolienne	1	2	3	4	5	6	Parc
Moyenne sur l'ensemble du suivi	10 173	7 825	7 735	9 314	8 499	4 809	48 135
Proportion (%)	70,65	54,34	53,71	64,68	59,02	33,40	55,71

Tableau 12 : Synthèse des surfaces prospectées

La proportion moyenne de surface prospectée sur l'ensemble du suivi est de 0,56 (soit 56 %).
Le coefficient de correction surfacique moyen sur l'ensemble du parc et des prospections est de : A = 1,79.

4.1.5 Synthèse

La persistance des cadavres mesurée lors de ce suivi est relativement faible (4,81 jours), au regard de l’intervalle moyen de recherche (7,18 jours). En outre, la surface prospectée est faible (56 %), étant donné le grand nombre de zones n’ayant pu être prospectées, dû notamment à la présence de cultures, de travaux agricoles, de maintenance ou de conditions météorologiques défavorables. Le plan d’échantillonnage (notamment le nombre de passage par semaine), ainsi que les paramètres correcteurs (surface prospectée, persistance, etc.), peuvent exercer une influence forte sur les estimations de mortalité réelle et les intervalles de confiance associés.

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 avaient 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 avaient fait l'objet d'un suivi de la mortalité, soit 12,5 %.

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

Au total, 31 parcs possédaient un suivi acceptable (au moins 26 semaines de suivi avec un passage par semaine). Lors de ces suivis, 485 cadavres avaient 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 variait entre 1,24 à 2,15 oiseaux/éolienne/an.

Pour finir, huit parcs avaient fait l'objet d'estimation selon les quatre méthodes préconisées soit 1,38 % des éoliennes françaises. Ces parcs possédaient tous une sensibilité particulière : proximité d'une ZPS, de forêts de feuillus ou présence d'une mosaïque de milieux. Les estimations étaient 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 était 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, 2025).

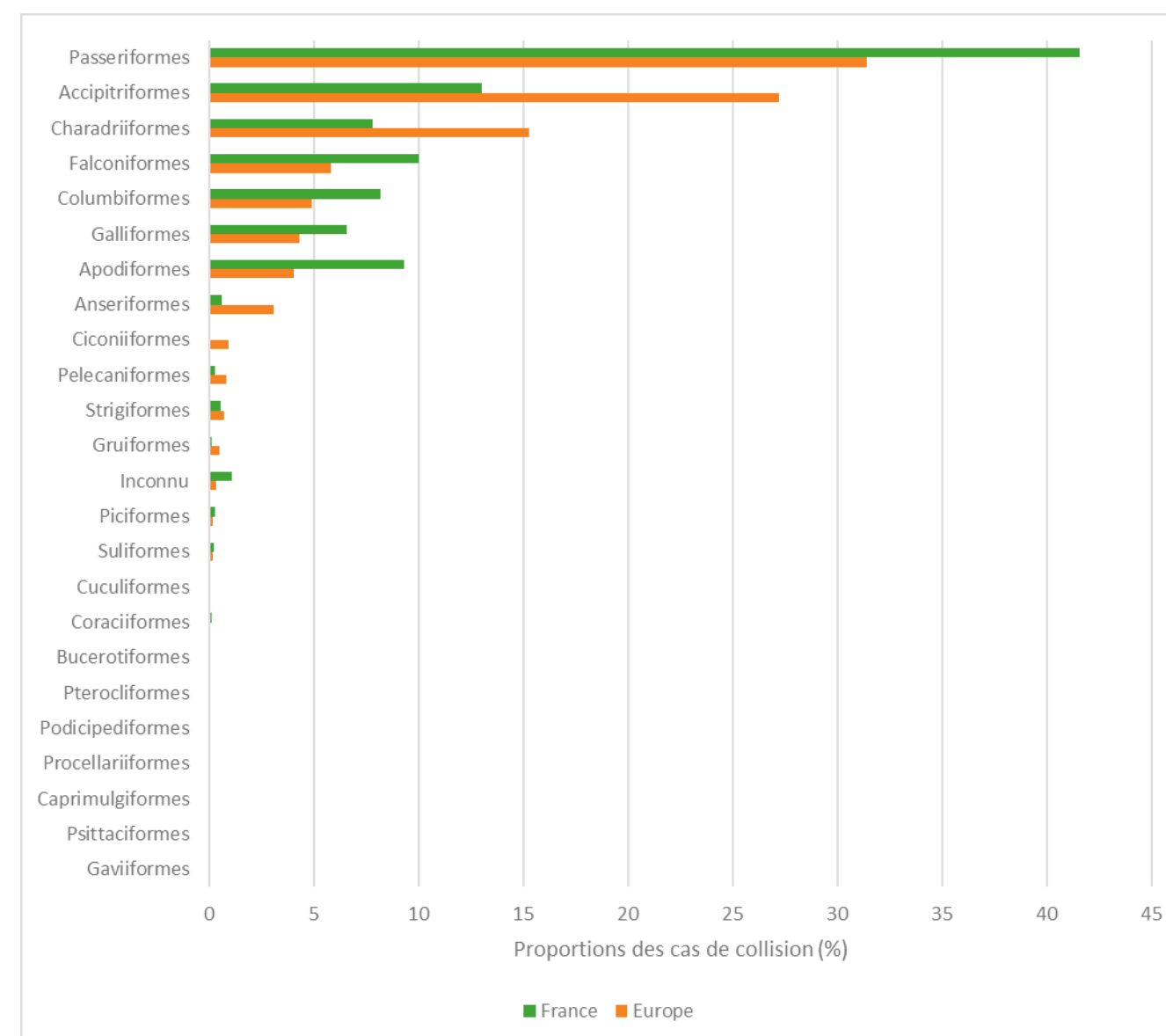


Figure 20 : Proportions (%) des cas de collision avec les éoliennes en fonction des ordres, en France et en Europe (d'après Dürr, 2025)

4.2.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact

L'état initial, réalisé en 2014-2015, et les inventaires complémentaires, réalisés en 2017-2018 par le bureau d'étude AEPE-Ginko, ont révélé la présence de neuf espèces patrimoniales à l'échelle nationale, à enjeu et sensibles au risque de collision dont il conviendra de surveiller l'apparition d'éventuels cas de mortalité (cf. tableau suivant). Deux espèces sont patrimoniales à l'échelle régionale :

- L'Alouette lulu ;
- Busard Saint-Martin.

Nom latin	Nom français	DO	PN	LRF	LRR	Déter. ZNIEFF	Sensibilité à l'éolien	Statut
Lullula arborea	Alouette lulu	Ann I Dir Ois	Art.3 Arr 29 oct 2009	Nicheur LC Hivernant NA	Nicheur LC Migrateur DD	/	1	Hivernante Migratrice
Circus cyaneus	Busard Saint-Martin	Ann I Dir Ois	Art.3 Arr 29 oct 2009	Nicheur LC Hivernant NA De passage NA	Nicheur EN Migrateur DD	/	2	Hivernant De passage
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle	/	Art.3 Arr 29 oct 2009	Nicheur NT Hivernant NA De passage NA	Nicheur LC	/	3	Nicheur Hivernant
Delichon urbica	Hirondelle de fenêtres	/	Art.3 Arr 29 oct 2009	Nicheur NT De passage DD	Nicheur LC Migrateur DD	/	0	Nicheur
Hirundo rustica	Hirondelle rustique	/	Art.3 Arr 29 oct 2009	Nicheur NT De passage DD	Nicheur LC Migrateur DD	/	0	Nicheur
Apus apus	Martinet noir	/	Art.3 Arr 29 oct 2009	Nicheur NT De passage DD	Nicheur LC Migrateur DD	/	1	Nicheur
Regulus regulus	Roitelet huppé	/	Art.3 Arr 29 oct 2009	Nicheur NT Hivernant NA De passage NA	Nicheur LC Migrateur DD	/	0	Nicheur Hivernant
Saxicola torquata	Tarier pâtre	/	Art.3 Arr 29 oct 2009	Nicheur NT Hivernant NA De passage NA	Nicheur LC	/	0	Nicheur Hivernant
Carduelis chloris	Verdier d'Europe	/	Art.3 Arr 29 oct 2009	Nicheur VU Hivernant NA De passage NA	Nicheur LC Migrateur DD	/	0	Nicheur

DO : Directive Oiseaux, PN : Protection nationale, LRF : Liste Rouge de France, LRR : Liste Rouge Régionale, ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

Figure 21 : Espèces d'oiseaux à enjeu et sensibles au risque de collision, inventoriées en 2014-2015 et en 2017-2018 pour l'étude d'impact (AEPE-Ginko, 2019)

Nom latin	Nom français	Niveau d'enjeu de conservation	Sensibilité à l'éolien	Niveau de risque
Circus cyaneus	Busard Saint-Martin	Faible	Moyen	Faible à moyen
Lullula arborea	Alouette lulu	Faible	Faible	Faible

Tableau 13 : Niveau d'enjeu de conservation, sensibilité à l'éolien et niveau de risque des espèces patrimoniales à l'échelle régionale pour l'avifaune (AEPE-Ginko, 2019)

4.2.3 Mortalité brute de l'avifaune en 2025

4.2.3.1 Résultats globaux

Quatre cas de mortalité d'oiseaux appartenant à quatre espèces ont été recensés durant la période de suivi (mi-mars à mi-novembre 2025, cf. tableau suivant). Trois cadavres ont été découverts lors du protocole de suivi de la mortalité. Un autre cadavre a été retrouvé à quelques mètres en dehors du quadrat de prospection, il est donc considéré comme « hors protocole ». Ce dernier est pris en compte mais n'est pas comptabilisé pour les analyses comparatives.

Les espèces concernées sont le Pigeon ramier, la Bergeronnette grise et le Roitelet à triple bandeau, ainsi que la Mouette mélanocéphale (trouvée en dehors du protocole).

Ces espèces appartiennent à l'ordre des passeriformes (deux individus), des columbiformes (un individu) et des charadriiformes (un individu).

Ces ordres font effectivement partie des groupes les plus retrouvés en France et en Europe (cf. chapitre 4.2.1).

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

Date	Espèce	Éolienne	Statut biologique	Sexe	Âge	Source
20/03/2025	Mouette mélanocéphale	E6	Migrateur prénuptial	Indéterminé	Adulte	Hors protocole
25/03/2025	Pigeon ramier	E1	Reproducteur	Indéterminé	Adulte	Protocole
17/04/2025	Bergeronnette grise	E2	Reproducteur	Indéterminé	Adulte	
22/10/2025	Roitelet à triple bandeau	E2	Migrateur postnuptial	Mâle	Adulte	

Tableau 14 : Oiseaux découverts lors du suivi mortalité

Pour l'avifaune, la mortalité brute (échantillon observé) sur le parc du Méné est de quatre individus sur la période de suivi s'étalant de mi-mars à mi-novembre 2025 (dont un individu « hors protocole »).

4.2.3.2 Résultats saisonniers

Au cours de ce suivi, un cas de mortalité d'oiseau a été recensé en mars, avril et octobre (cf. figure suivante).

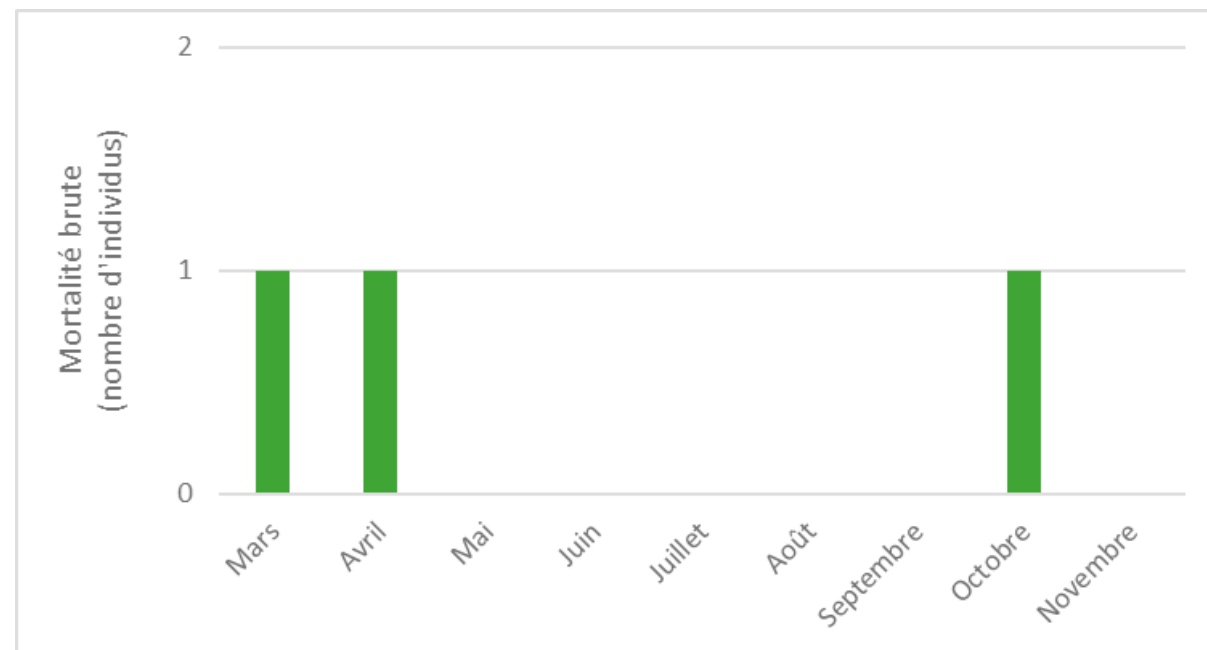


Figure 22 : Mortalité brute de l'avifaune observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi

Le Pigeon ramier trouvé fin mars a été considéré comme nicheur, tout comme la Bergeronnette grise trouvée en avril. Le Roitelet à triple bandeau noté en octobre était quant à lui en migration postnuptiale lors de la collision. Enfin, la Mouette mélanocéphale (« hors protocole ») ne figure pas dans le graphique. Elle a été découverte fin mars et était probablement en migration prénuptiale.

Ainsi, la tendance serait à une mortalité plus importante pour les nicheurs, sans pour autant pouvoir le confirmer. En effet, les périodes de migration prénuptiale et postnuptiale n'ont pas été intégralement couvertes par le suivi, celui-ci ayant débuté à la mi-mars et s'étant terminé à la mi-novembre. Or, de façon générale, la période de migration prénuptiale débute en février, et celle de la migration postnuptiale se termine fin-novembre. Il est donc possible que des cas de mortalité de migrateurs n'aient pas pu être recensés. La période hivernale n'a quant à elle pas été concernée par ce suivi.

Un cas de mortalité d'oiseau a été recensé en mars, avril et octobre. La mortalité observée concerne principalement les nicheurs (deux individus).

4.2.3.3 Résultats par éolienne

Durant ce suivi, les éoliennes E1 et E2 ont été concernées par des cas de mortalité (cf. carte et figure suivantes). La mortalité observée est la plus importante pour l'éolienne E2 avec deux individus, suivie par l'éolienne E1 (un individu). Le cas de mortalité découvert en dehors du protocole, non illustré sur la carte et la figure suivante, a quant à lui été recensé sous l'éolienne E6.

Étant donné les potentiels prélèvements de cadavres entre les prospections et à cause des surfaces n'ayant pu être prospectées, il est possible que des collisions sur les autres éoliennes aient eu lieu mais qu'elles n'aient pas été détectées.



Carte 4 : Répartition des cas de mortalité d'oiseaux trouvés par éolienne

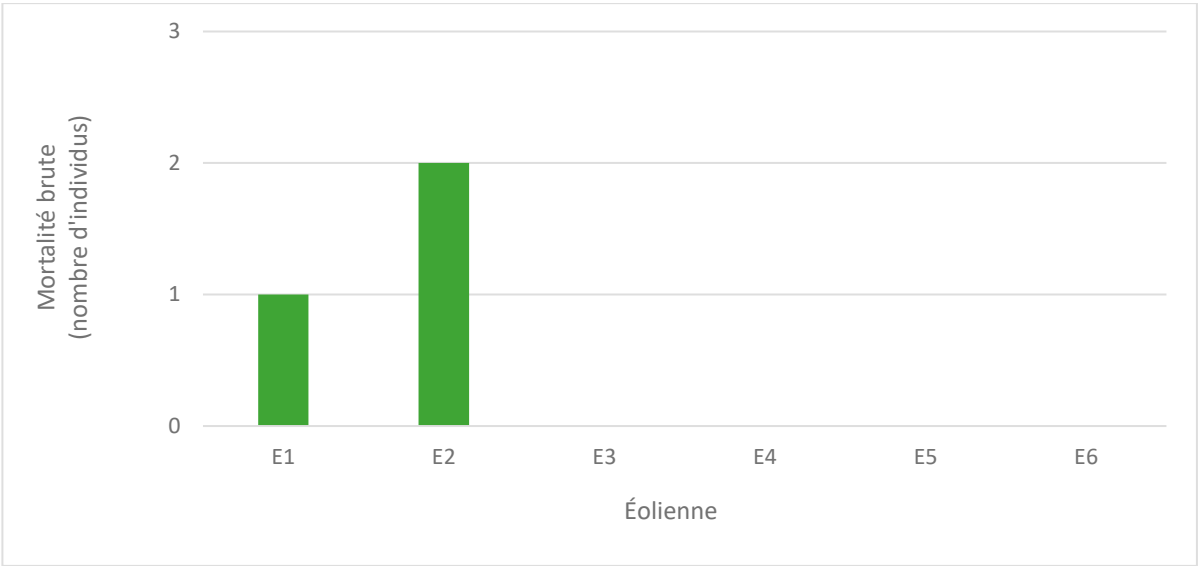


Figure 23 : Mortalité brute de l'avifaune par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi

La mortalité observée est la plus importante pour l'éolienne E2 (deux individus), suivie par l'éolienne E1 (un individu). Un cas de mortalité a aussi été recensé en dehors du protocole sous l'éolienne E6.

4.2.4 Estimation de la mortalité réelle de l'avifaune en 2025

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 (mi-mars à mi-novembre)	Intervalle de confiance à 95 %
Erickson	11,02	5,68 - 21,82
Huso	14,17	7,39 - 27,81
Jones	15,54	8,07 - 30,57

Tableau 15 : Mortalité estimée de l'avifaune sur l'ensemble de la période de suivi

Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 12 à 16 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 6 et 31 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

4.2.5 Causes potentielles de la mortalité de l'avifaune

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.).

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 du Méné. 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 dans un milieu agricole et ouvert (bocage dégradé), qui correspond aux habitats fréquentés par une partie des espèces découvertes (Pigeon ramier, Bergeronnette grise), excepté pour la Mouette mélanocéphale et le Roitelet à triple bandeau qui étaient en migration lors de leur collision.

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

- l'occurrence ponctuelle de facteurs à risques ;
- l'emplacement du parc dans un milieu agricole et ouvert, habitat fréquenté par une partie des espèces découvertes.

4.2.6 Incidences spécifiques du parc éolien sur l'avifaune

Le tableau suivant synthétise les statuts réglementaires et de conservation des espèces ayant été recensées, ainsi que leur sensibilité face au risque de collision avec les éoliennes.

Espèce	Statut de protection		Statut de conservation national (UICN)						Déterminant ZNIEFF	Sensibilité (collision)	Effectifs
	Directive Oiseaux	Oiseaux protégés (France)	Europe	France			Bretagne				
			Europe	R	H	M	R	M			
Mouette mélanocéphale	Annexe I	Article 3	LC	LC	NA	NA	-	DD	Nicheurs / hivernants (> 40)	2	1
Pigeon ramier	Annexe II/1, III/1	-	LC	LC	LC	NA	LC	DD	Non	1	1
Bergeronnette grise	-	Article 3	LC	LC	NA	-	LC	DD	Non	0	1
Roitelet à triple bandeau	-	Article 3	LC	LC	NA	NA	LC	DD	Nicheurs	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.											
🔴 : mise en évidence des éléments de patrimonialité correspondants à la phase biologique des individus découverts.											

Tableau 16 : Statuts des différentes espèces impactées et effectifs associés

4.2.6.1 Espèces patrimoniales

Parmi les quatre espèces concernées par des cas de mortalité, **la Mouette mélanocéphale** est une espèce considérée comme patrimoniale et est décrite ci-après. Les références utilisées pour étayer les tendances et évolutions des populations des espèces patrimoniales sont les suivantes :

- <https://pecbms.info/trends-and-indicators/species-trends> (consulté en février 2026) ;
- www.iucnredlist.org (consulté en février 2026) ;
- Issa, N. & Muller, Y. coord., 2015. Atlas des oiseaux de France métropolitaine

La Mouette mélanocéphale (*Ichthyaetus melanocephalus*) fréquente le littoral, les marais et les fleuves. A l'instar de nombreux laridés, cette espèce peut fréquenter les labours, cultures et prairies pour la recherche alimentaire. En Europe, la population accuse un déclin modéré (- 25 % en 23 ans). En France et en Bretagne, les populations nicheuses et hivernantes seraient en augmentation. La Mouette mélanocéphale est inscrite à l'Annexe I de la Directive Oiseaux. Les données sont insuffisantes pour classer les populations migratrices en Bretagne. Un cas de mortalité a été recensé en dehors du protocole pendant la période de migration pré-nuptiale de cette espèce. **L'impact du parc peut être qualifié comme faible et non-significatif pour cette espèce pour le suivi 2025.** Toutefois, il sera nécessaire de surveiller si d'éventuels nouveaux cas surviennent, afin de rechercher comment en limiter les causes.

4.2.6.2 Autres espèces

Les autres espèces concernées par des cas de mortalité (un Pigeon ramier, une Bergeronnette grise et un Roitelet à triple bandeau) ne possèdent pas de statuts de conservation défavorables. Compte tenu du faible nombre de cas de mortalité observé (mortalité brute), l'impact du parc peut être qualifié comme faible et non-significatif sur les populations de ces espèces en 2025.

Parmi les espèces à enjeu ciblées lors de l'étude d'impact, aucun cas de mortalité n'a été avéré en 2025. Un cas de mortalité d'une espèce patrimoniale (Mouette mélanocéphale) a néanmoins été recensé. À partir des cas de mortalité avérés (mortalité brute), des statuts de conservation et des dynamiques de populations des espèces concernées, le parc du Ménéac ne présente pas d'impact significatif sur une espèce particulière en 2025 (pour la période suivie). La mortalité estimée varie de 12 à 16 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 6 et 31 individus (avec un risque d'erreur de 5 % pour chaque estimateur).

4.2.7 Comparaisons avec les suivis précédents

4.2.7.1 Mortalité brute

4.2.7.1.1 Résultats globaux

La comparaison de la mortalité sur le parc du Ménéec est basée sur les sorties effectuées en 2023, 2024 et 2025. Le plan d'échantillonnage et les paramètres sont similaires entre les suivis, excepté pour les valeurs de persistance et d'efficacité de la recherche qui sont plus faibles en 2024 (cf. tableau ci-dessous). Il est donc nécessaire de rester prudent dans l'interprétation des comparaisons de la mortalité brute.

Année	Nombre d'éoliennes suivies	Période suivie	Protocole	Surface prospectée moyenne	Persistance moyenne	Efficacité du chercheur	Intervalle moyen	Nombre de sorties
2023	Toutes	Mi-mars à octobre	Standardisé (2018)	0,5	3,15	0,81	6,97	33
2024	Toutes	Mi-mars à octobre	Standardisé (2018)	0,48	2,5	0,53	6,81	33
2025	Toutes	Mi-mars à mi-novembre	Standardisé (2018)	0,56	4,81	0,73	7,18	35

Tableau 17 : Paramètres des suivis réalisés

Sur ce parc, quatre oiseaux ont été retrouvés en 2023, un en 2024 et quatre (dont un hors protocole) en 2025, soit neuf individus au total (cf. tableau suivant). La mortalité brute de 2025 est similaire à celle de 2023.

Huit espèces ont été impactées : la Mouette mélanocéphale (hors protocole), le Pigeon ramier, la Bergeronnette grise, le Roitelet à triple bandeau, le Faisan de Colchide, l'Épervier d'Europe, la Buse variable et le Martinet noir. Parmi elles, la Mouette mélanocéphale et le Martinet noir sont des espèces patrimoniales.

L'espèce la plus retrouvée est le Pigeon ramier avec deux individus recensés au total.

Espèce	Année			
	2023	2024	2025	Total
Bergeronnette grise	0	0	1	1
Buse variable	1	0	0	1
Épervier d'Europe	1	0	0	1
Faisan de Colchide	0	1	0	1
Martinet noir	1	0	0	1
Mouette mélanocéphale	0	0	(1)	(1)
Pigeon ramier	1	0	1	2
Roitelet à triple bandeau	0	0	1	1
Total	4	1	3 (1)	8 (1)
Entre parenthèse : hors protocole.				
: Espèce patrimoniale.				

Tableau 18 : Mortalité brute observée par espèce d'oiseaux sur le parc en 2023, 2024 et 2025

Neuf cas de mortalité pour huit espèces ont été recensés à l'issue des trois années de suivi. Parmi elles, la Mouette mélanocéphale (hors protocole) et le Martinet noir sont des espèces patrimoniales. L'espèce la plus retrouvée est le Pigeon ramier avec deux individus recensés au total. La mortalité brute de 2025 est similaire à celle de 2023.

4.2.7.1.2 Résultats saisonniers

En 2023, la mortalité a été recensée principalement au mois d'août, suivie des mois de mai et septembre cf. tableau et graphique suivants). Elle concernait des individus nicheurs. En 2024, l'unique cas de mortalité a été noté en septembre et concernait un nicheur sédentaire. En 2025, les cas de mortalité ont été comptabilisés en mars, avril et octobre et concernent principalement des nicheurs, suivie par un migrateur prénuptial et un migrateur postnuptial.

Ainsi, à l'issue des trois années de suivi, le parc semble impacter majoritairement les nicheurs. Il est toutefois important de noter que les périodes de migration prénuptiale et postnuptiale n'ont pas été intégralement couvertes par les suivis, ceux-ci ayant débuté à la mi-mars et s'étant terminé en octobre ou à la mi-novembre. Or, de façon générale, la période de migration prénuptiale débute en février, et celle de la migration postnuptiale se termine fin-novembre. Il est donc possible que des cas de mortalité de migrateurs n'aient pas pu être recensés. La période hivernale n'a quant à elle pas été concernée par ce suivi.

Mois	2023	2024	2025	Total
Mi-mars	0	0	1 (1)	1 (1)
Avril	0	0	1	1
Mai	1	0	0	1
Juin	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0
Août	2	0	0	2
Septembre	1	1	0	2
Octobre	0	0	1	1
Mi-novembre	Pas de suivi	Pas de suivi	0	0

Tableau 19 : Répartition phénologique de la mortalité brute de l'avifaune en 2023, 2024 et 2025

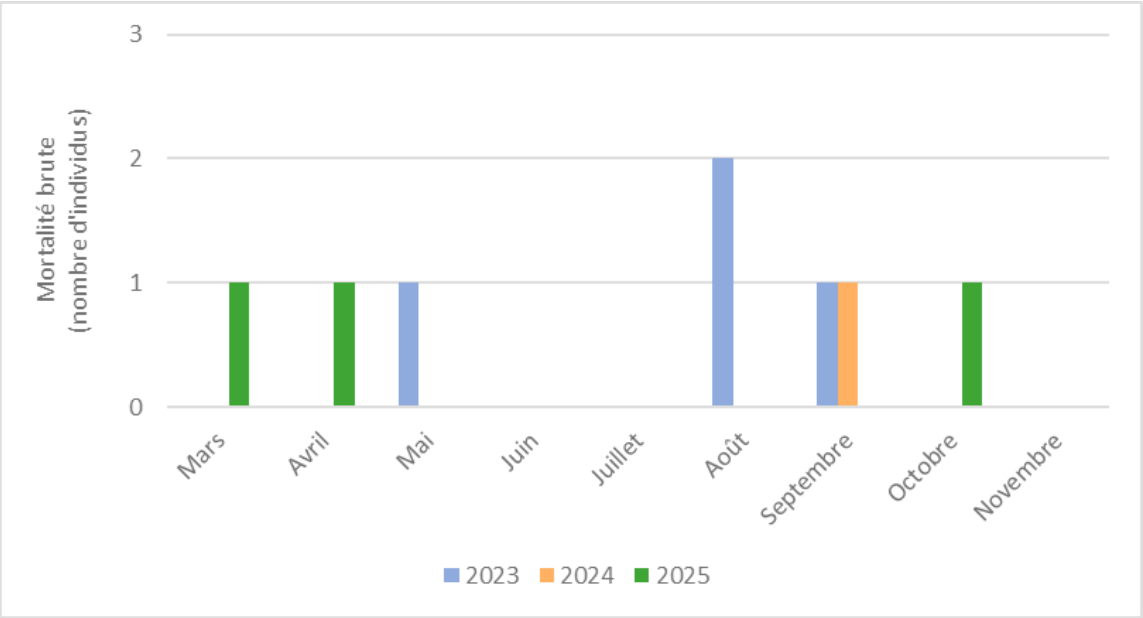


Figure 24 : Répartition phénologique de la mortalité brute de l'avifaune en 2023, 2024 et 2025

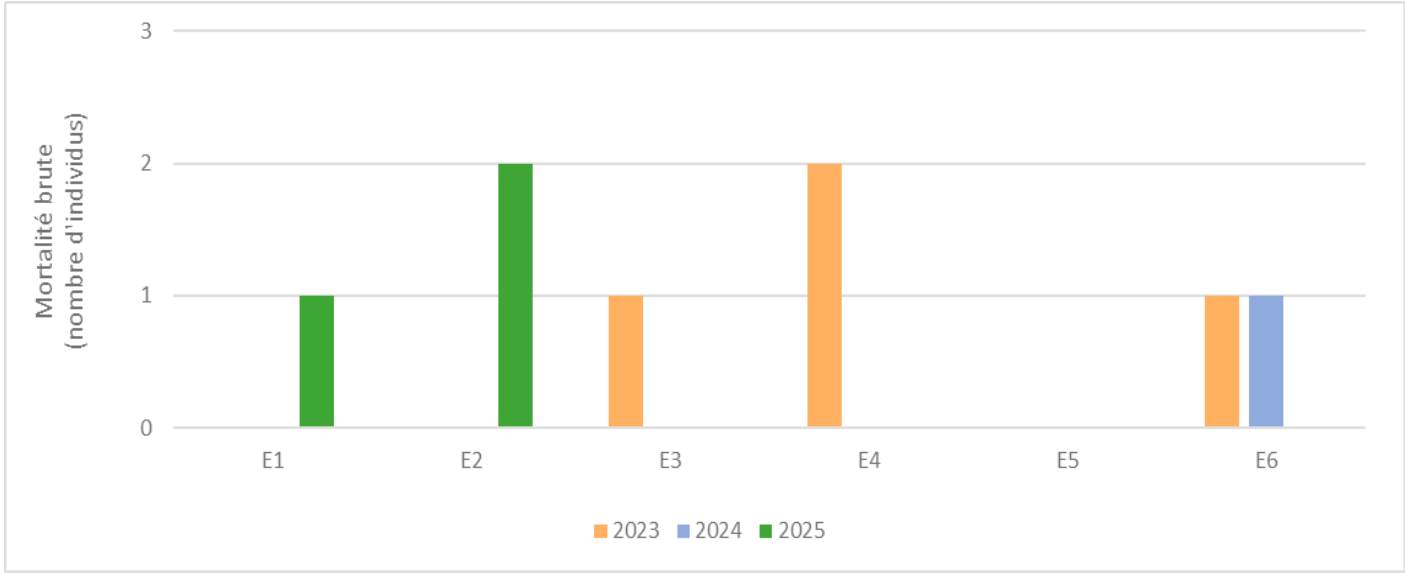


Figure 25 : Mortalité brute de l'avifaune par éolienne en 2023, 2024 et 2025

À l’issue des trois années de suivi, la mortalité brute recensée est la plus importante pour l’éolienne E6 (trois individus dont un « hors protocole »), suivie des éoliennes E2 et E4 (deux individus chacune) puis des éoliennes E1 et E3 (un individu chacune).

4.2.7.2 Mortalité estimée

Le tableau suivant compile les résultats de la mortalité estimée pour l’ensemble du parc éolien sur les périodes de suivi des années 2023, 2024 et 2025, selon les différentes méthodes retenues.

Méthodes	Mortalité estimée		
	2023	2024	2025
Erickson	20,43 (4 - 54,60)	11 (2 - 78)	11,02 (5,68 - 21,82)
Huso	23,19 (4 - 57,19)	12 (2 - 84)	14,17 (7,39 - 27,81)
Jones	27,94 (4 - 71,11)	16 (3 - 115)	15,54 (8,07 - 30,57)
Entre parenthèses : intervalles de confiance à 95 % Lorsque la borne inférieure de l'intervalle de confiance indique 0, cette dernière est remplacée par la valeur de mortalité brute.			

Tableau 21 : Estimations de la mortalité de l'avifaune pour l'ensemble du parc sur la période de suivi et selon les méthodes utilisées, en 2023, 2024 et 2025

Résultats 2023 : selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 21 à 28 individus pour l’ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 4 et 72 individus, avec un risque d’erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

Résultats 2024 : selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 11 à 16 individus pour l’ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 2 et 115 individus, avec un risque d’erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

Compte tenu des résultats obtenus sur les trois années consécutives, il est possible que la période de reproduction soit la plus impactante pour l'avifaune. Ces résultats doivent être étudiés avec prudence en raison notamment de la couverture incomplète des périodes de migration.

4.2.7.1.3 Résultats spatialisés

Des cas de mortalité d’oiseaux ont été notés sous trois éoliennes en 2023, une éolienne en 2024 et trois éoliennes en 2025 (cf. tableau et figure suivants). Au total, la mortalité brute recensée est la plus importante pour l’éolienne E6 (trois individus dont un « hors protocole »), suivie des éoliennes E2 et E4 (deux individus chacune) puis des éoliennes E1 et E3 (un individu chacune). Aucun cas de mortalité n’a été retrouvé sous l’éolienne E5.

Éolienne	2023	2024	2025	Total
E1	0	0	1	1
E2	0	0	2	2
E3	1	0	0	1
E4	2	0	0	2
E5	0	0	0	0
E6	1	1	(1)	2 (1)
Entre parenthèse : hors protocole				

Tableau 20 : Mortalité brute de l'avifaune par éolienne en 2023, 2024 et 2025

Résultats 2025 : selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 12 à 16 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 6 et 31 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

Les résultats d'estimations ne permettent pas d'apprécier l'évolution de la mortalité réelle en raison du recoupement des intervalles de confiance. Toutefois, il est à noter que le nombre maximal de cadavre estimé est moins important en 2025 comparé aux suivis précédents.

4.2.8 Synthèse

La mortalité brute (échantillon observé) relevée sur l'ensemble du suivi (mi-mars mai à mi-novembre 2025) est de quatre individus : une Mouette mélanocéphale (espèce patrimoniale découverte « hors protocole »), un Pigeon ramier, une Bergeronnette grise et un Roitelet à triple bandeau.

Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 12 à 16 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 6 et 31 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

En 2025, la mortalité de l'avifaune sur le parc du Ménéec semble être liée à :

- l'occurrence ponctuelle de facteurs à risques (phénologie, comportement, conditions météorologiques, etc.) ;*
- l'emplacement du parc dans un milieu agricole et ouvert, habitat fréquenté par une partie des espèces découvertes.*

À l'issue des trois années de suivi (2023, 2024 et 2025), neuf cas de mortalité pour huit espèces ont été recensés. Parmi elles, la Mouette mélanocéphale et le Martinet noir sont des espèces patrimoniales. L'espèce la plus retrouvée est le Pigeon ramier avec deux individus recensés au total. La mortalité brute reste relativement faible et stable avec les années, et ne concerne pas d'espèce à enjeu fort.

Les résultats du suivi sur les trois années ne mettent pas en évidence un impact significatif sur une espèce particulière.

4.3 Mortalité des chiroptères

4.3.1 Bilan national et européen de la mortalité des chiroptères

5 004 cas de collision avec les éoliennes ont été recensés en France au 26 février 2025 (Dürr, 2025). L'espèce la plus fortement impactée (environ 43 %) est de loin la Pipistrelle commune (cf. annexes 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.

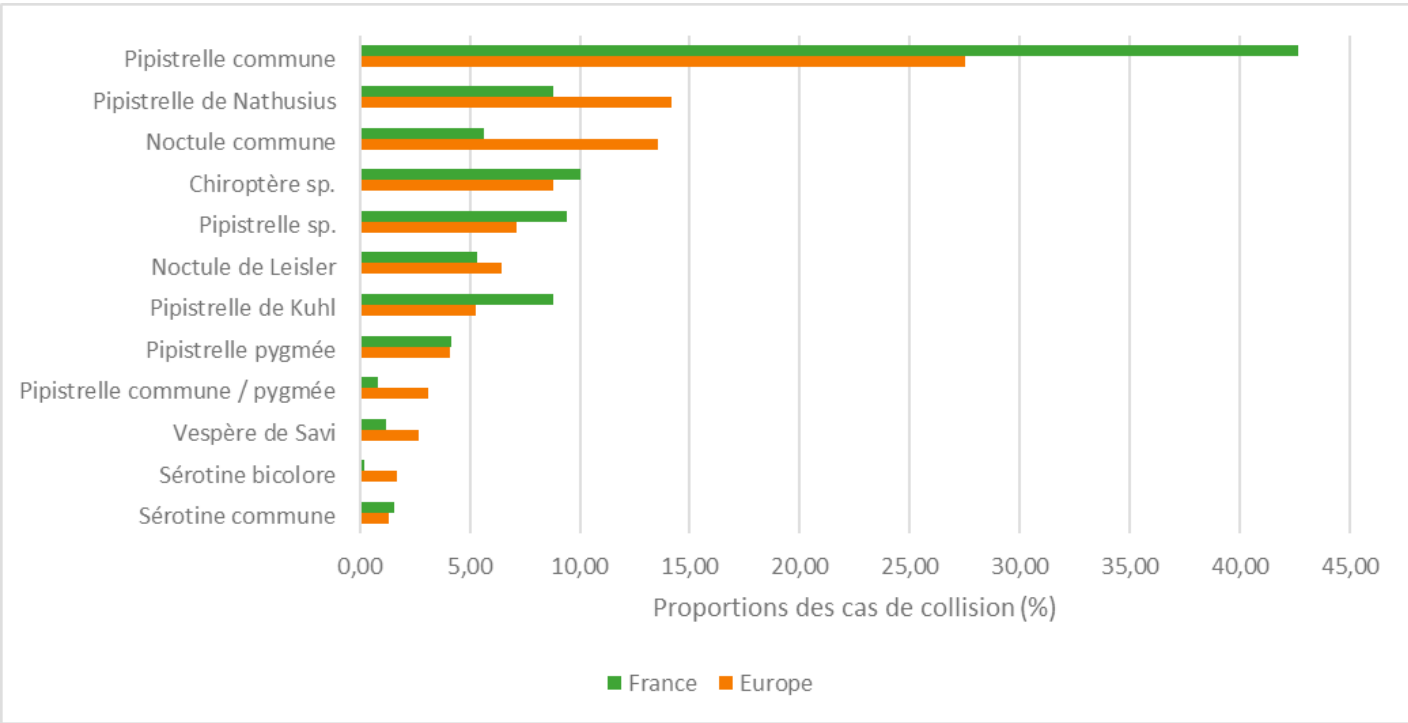


Figure 26 : Proportions des cas de collision avec les éoliennes en fonction des espèces, en France et en Europe (espèces représentant plus de 1% des cas de mortalité en Europe, d'après Dürr, 2025)

4.3.2 Bilan des connaissances de l'étude d'impact

L'état initial réalisé en 2014-2015, ainsi que les inventaires complémentaires réalisés en 2017-2018 par le bureau d'étude AEPE-Gingko, ont révélé la présence de 14 espèces dont cinq espèces à enjeu et / ou sensibles au risque de collision dont il conviendra de surveiller l'apparition d'éventuels cas de mortalité (cf. tableaux suivants) :

Nom latin	Nom français	DHFF	PN	LRF	LRR	Statut en Bretagne (GMB, 2015)	Tendance en France* (SFEPM, 2016)	Niveau d'enjeu de conservation
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Ann IV Dir Hab	Art2 Arr 23 avril 2007	NT	LC	Commune	Diminution	Très faible
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Ann IV Dir Hab	Art2 Arr 23 avril 2007	LC	LC	Commune	Augmentation	Très faible
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Ann IV Dir Hab	Art2 Arr 23 avril 2007	NT	NT	Assez commune	Inconnue	Faible
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Ann IV Dir Hab	Art2 Arr 23 avril 2007	LC	LC	Commune	Diminution	Très faible
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Ann IV Dir Hab	Art2 Arr 23 avril 2007	NT	NT	Rare	Diminution	Fort

DHFF : Directive Habitat Faune Flore, PN : Protection nationale, LRF : Liste Rouge de France, LRR : Liste Rouge Régionale, * Les tendances évolutives des populations en France notées sont données sur un pas de temps court (2009-2013).

Figure 27 : Protection, statut en Bretagne et tendance évolutive des populations en France des espèces sensibles au risque de collision, inventoriées en 2014-2015 et en 2017-2018 pour l'étude d'impact (AEPE-Gingko, 2019)

Nom latin	Nom français	Niveau d'enjeu de conservation	Sensibilité à l'éolien (SFEPM, 2016)	Niveau de risque
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Très faible	Élevé	Faible à moyen
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Très faible	Élevé	Faible à moyen
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Faible	Élevé	Moyen
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Très faible	Moyen	Faible
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Fort	Élevé	Fort

Tableau 22 : Définition du niveau de risque pour les espèces sensibles au risque de collision, inventoriées durant l'étude d'impact réalisée en 2014-2015 et en 2017-2018 (AEPE-Gingko, 2019)

4.3.3 Mortalité brute des chiroptères en 2025

4.3.3.1 Résultats globaux

Trois cadavres de Pipistrelle commune ont été retrouvés durant la période de suivi (mi-mars à mi-novembre 2025, cf. tableau suivant). Cette espèce est la plus retrouvée en France et en Europe (cf. chapitre 4.3.2). Le tableau suivant synthétise les caractéristiques de chaque cadavre recensé durant le suivi.

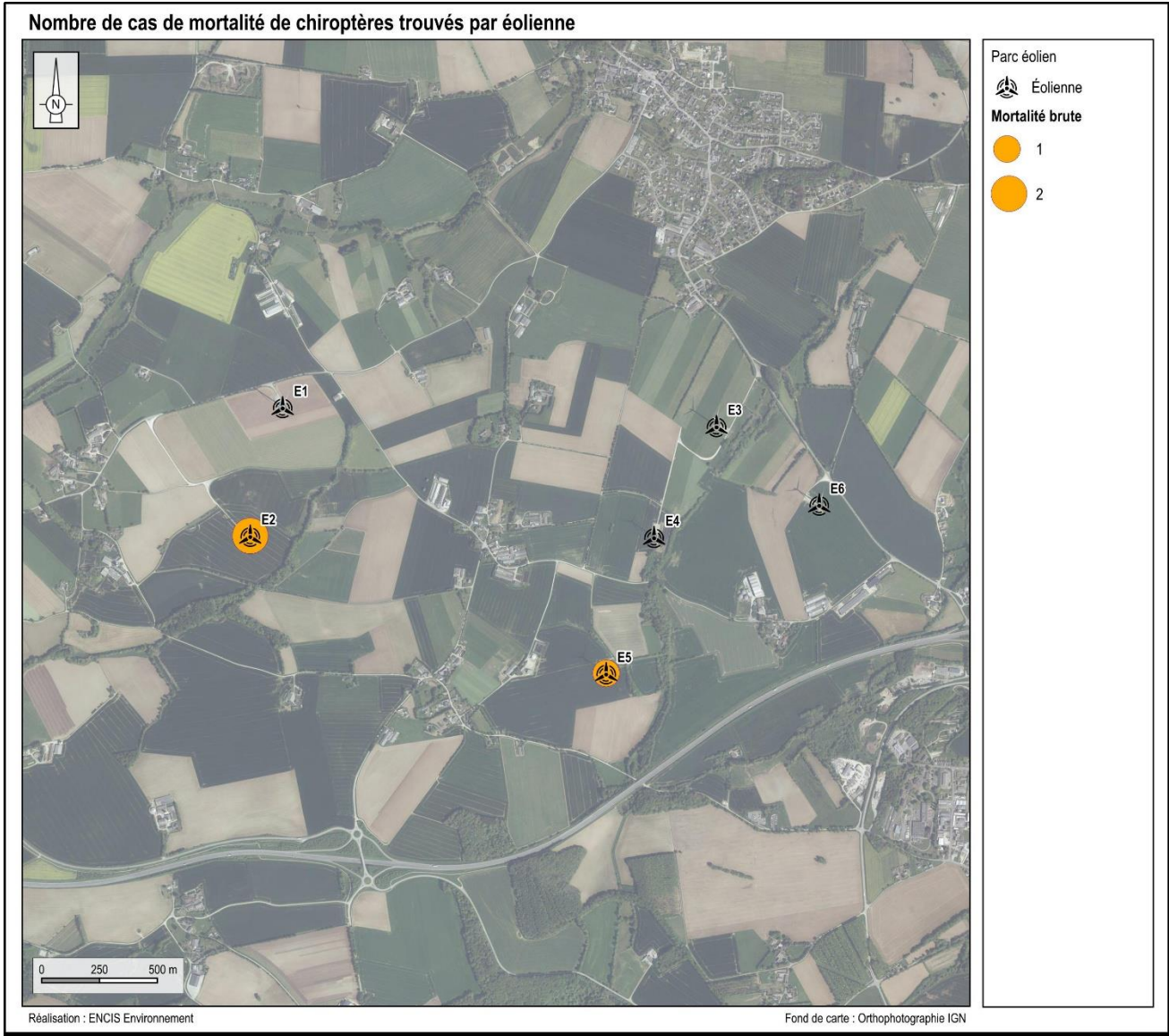
Date	Espèce	Éolienne	Statut biologique	Sexe	Âge	Source
26/08/2025	Pipistrelle commune	E2	Transits automnaux et swarming	Indéterminé	Adulte	Protocole
26/08/2025	Pipistrelle commune	E5		Mâle	Adulte	
22/10/2025	Pipistrelle commune	E2		Indéterminé	Adulte	

Tableau 23 : Chiroptères découverts lors du suivi mortalité

La mortalité observée est la plus importante au mois d'août avec deux individus recensés, suivie du mois d'octobre. Ainsi, la seule période concernée par des cas de mortalité correspond à celle du transit automnal et de swarming.

4.3.3.3 Résultats par éolienne

Durant ce suivi, deux individus ont été retrouvés sous l'éolienne E2 et un individu sous l'éolienne E5 (cf. carte et figure suivantes). Étant donnés les facteurs tels que la prédation, il est possible que des collisions sur les autres éoliennes aient eu lieu mais qu'elles n'aient pas été détectées.



Carte 5 : Répartition des cadavres de chiroptères trouvés par éolienne

Pour les chiroptères, la mortalité brute (échantillon observé) sur le parc du Méné est de trois Pipistrelles communes sur la période de suivi s'étalant de mi-mars à mi-novembre 2025.

4.3.3.2 Résultats saisonniers

Au cours de ce suivi, les cadavres de Pipistrelles communes ont été retrouvés durant les mois d'août et octobre (cf. figure suivante).

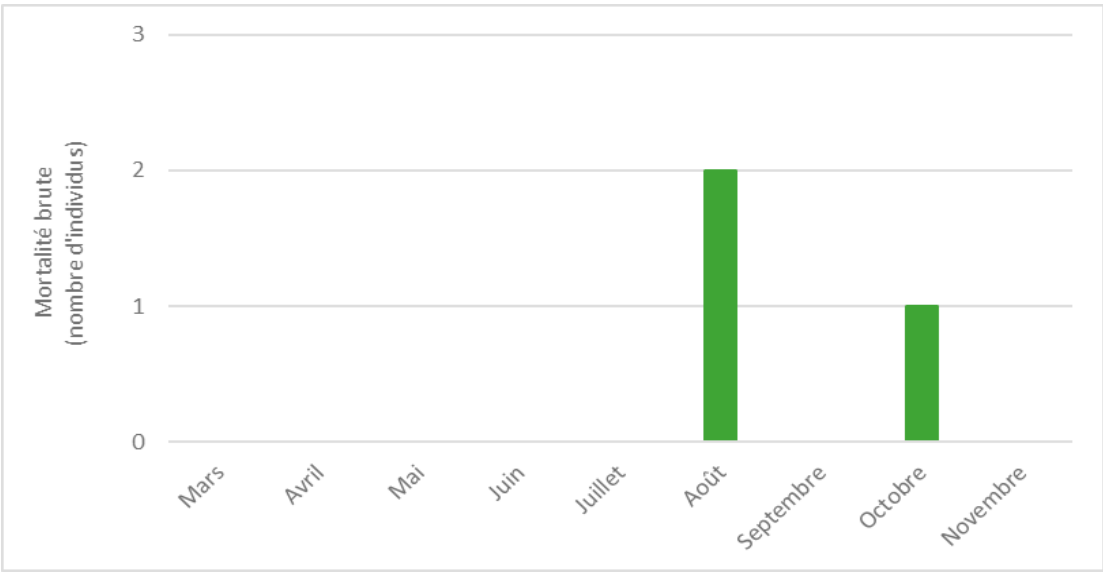


Figure 28 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi

La mortalité observée est la plus importante au mois d'août avec deux individus recensés, suivie du mois d'octobre (un individu). Compte tenu des caractéristiques des individus retrouvés (espèce, date, critères morphologiques), la période concernée correspond à celle du transit automnal et de swarming. Aucun cas de

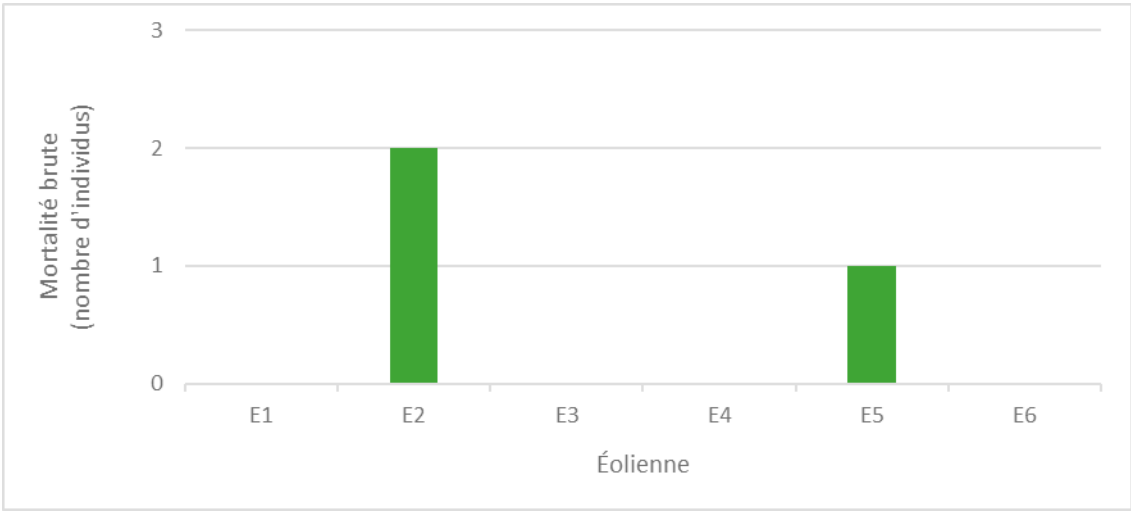


Figure 29 : Mortalité brute des chiroptères par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi

La mortalité observée est la plus importante pour l'éolienne E2 (deux individus), suivie par l'éolienne E5 (un individu).

4.3.4 Estimation de la mortalité réelle des chiroptères en 2025

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 (mi-mars à mi-novembre)	Intervalle de confiance à 95 %
Erickson	10,97	5,67 - 21,54
Huso	14,15	7,39 - 27,67
Jones	15,51	8,08 - 30,34
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 24 : Mortalité estimée des chiroptères sur l'ensemble de la période de suivi

Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 11 à 16 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 6 et 31 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

4.3.5 Causes potentielles de la mortalité des chiroptères

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, plusieurs causes récurrentes peuvent être à l'origine de la mortalité sur le parc du Méné.

La distribution saisonnière des cas de mortalité observés, associée à la phénologie de l'espèce concernée (Pipistrelle commune), suggère une mortalité plus forte pour les individus en phase de transit automnal et de swarming. Cela peut s'expliquer par l'activité importante des chiroptères à proximité des éoliennes à cette période (cf. chapitre 3.2). Les cas de mortalité recensés pourraient être liés à un contexte de rassemblements postnuptiaux (swarming) ainsi qu'à une activité migratoire. Le parc éolien du Méné peut ainsi représenter un risque pour les chiroptères durant cette phase biologique.

La localisation du parc à proximité de deux vallons humides et boisés, ainsi que de haies, sont des facteurs favorisant la présence des chiroptères. Les pipistrelles évoluent par exemple le long de linéaires arbustifs ou arborés.

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

- une activité importante en période de swarming et de transit automnal ;
- la localisation du parc à proximité de deux vallons humides et boisés, ainsi que et d'alignements arborés et arbustifs qui sont généralement riches et densément fréquentés par les chiroptères.

4.3.6 Incidences spécifiques du parc éolien sur les chiroptères

Le tableau suivant synthétise les statuts réglementaires et de conservation de l'espèce ayant été recensée, ainsi que sa note de risque éolien.

Espèce	Statut de protection		Statut de conservation (UICN)			Déterminant ZNIEFF	Note de risque éolien	Effectifs
	Directive Habitat-Faune-Flore	Mammifères protégés France	Europe	France	Bretagne			
Pipistrelle commune	Annexe IV	Article 2	LC	NT	LC	Non	3,5	3
LC : Préoccupation mineure / NT : Quasi menacée / VU : Vulnérable / EN : en danger / DD : Données insuffisantes / NA : Non applicable. : Éléments de patrimonialité.								

Tableau 25 : Statuts de l'espèce de chiroptères impactée et nombre de collision observées

Au regard des statuts de conservation et de la note de risque des individus de Pipistrelles communes découvert, cette espèce est à considérer avec vigilance.

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 2014-2023, une très légère augmentation des populations a été constatée (PNA Chiroptères – Bilan technique final, 2023). Cependant, au niveau national, un déclin est constaté, avec une perte estimée en France métropolitaine de 23,6 % de la population entre 2006 et 2023 (Bas *et al.*, 2023). Sa note de risque à l'éolien est de 3,5.

Sur le site, c'est l'espèce la plus contactée en nacelle avec près de 4 628 contacts (86 %). Elle a été présente durant tout le suivi.

Un niveau de risque « faible à moyen » a été identifié lors de l'étude d'impact. La Pipistrelle commune est classée « Quasi menacée » au niveau national.

Trois cas de mortalité ont été recensés en 2025. Compte-tenu des éléments décrits précédemment (statuts de conservation et dynamique de population), l'impact du parc sur la Pipistrelle commune est jugé non significatif en 2025. Cependant, la mortalité réelle pourrait atteindre 31 individus sur la période de suivi. En conséquence, une adaptation marginale du bridage est préconisée afin de mieux couvrir l'activité des chiroptères et de maintenir un impact faible et non significatif du parc du Ménéec sur les chiroptères. Une attention particulière devra également être portée à cette espèce lors des prochains suivis.

Parmi les espèces à enjeu et/ou présentant un risque élevé, ciblées lors de l'étude d'impact, trois Pipistrelles communes ont été recensées durant de ce suivi.

À partir des cas de mortalité avérés (mortalité brute), des statuts de conservation et des dynamiques de populations de la Pipistrelle commune, le parc du Ménéec ne présente pas d'impact significatif sur cette espèce en 2025 (pour la période de suivi). Cependant, la mortalité réelle pourrait atteindre 31 individus sur la période de suivi et pourrait concerner des espèces patrimoniales et/ou menacées telles que la Pipistrelle commune dont des cas de mortalité ont été avérés.

Ainsi, une adaptation marginale du bridage est préconisée afin de mieux couvrir l'activité des chiroptères et de maintenir un impact faible et non significatif du parc du Ménéec sur les chiroptères.

4.3.7 Comparaisons avec les suivis précédents

4.3.7.1 Mortalité brute

4.3.7.1.1 Résultats globaux

La comparaison de la mortalité sur le parc du Ménéce est basée sur les sorties effectuées en 2023, 2024 et 2025.

Le plan d'échantillonnage et les paramètres sont similaires entre les suivis, excepté pour les valeurs de persistance et d'efficacité de la recherche qui sont plus faibles en 2024 (cf. tableau ci-dessous). Il est donc nécessaire de rester prudent dans l'interprétation des comparaisons de la mortalité brute.

Année	Nombre d'éoliennes suivies	Période suivie	Protocole	Surface prospectée moyenne	Persistance moyenne	Efficacité du chercheur	Intervalle moyen	Nombre de sorties
2023	Toutes	Mi-mars à octobre	Standardisé (2018)	0,5	3,15	0,81	6,97	33
2024	Toutes	Mi-mars à octobre	Standardisé (2018)	0,48	2,5	0,53	6,81	33
2025	Toutes	Mi-mars à mi-novembre	Standardisé (2018)	0,56	4,81	0,73	7,18	35

Tableau 26 : Paramètres des suivis réalisés

Sur ce parc, trois chiroptères ont été retrouvés en 2023, aucun en 2024 et trois en 2025, soit six individus au total (cf. tableau suivant). La mortalité brute de 2025 est donc similaire à celle de 2023.

L'unique espèce impactée à l'issue des trois années de suivi est la Pipistrelle commune.

Espèce	Année			
	2023	2024	2025	Total
Pipistrelle commune	3	0	3	6

Tableau 27 : Mortalité brute observée par espèce sur le parc en 2023, 2024 et 2025

Mois	2023	2024	2025	Total
Mi-mars	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0
Août	0	0	2	2
Septembre	2	0	0	2
Octobre	1	0	1	2
Mi-novembre	Pas de suivi	Pas de suivi	0	0

Tableau 28 : Répartition phénologique de la mortalité brute des chiroptères en 2023, 2024 et 2025

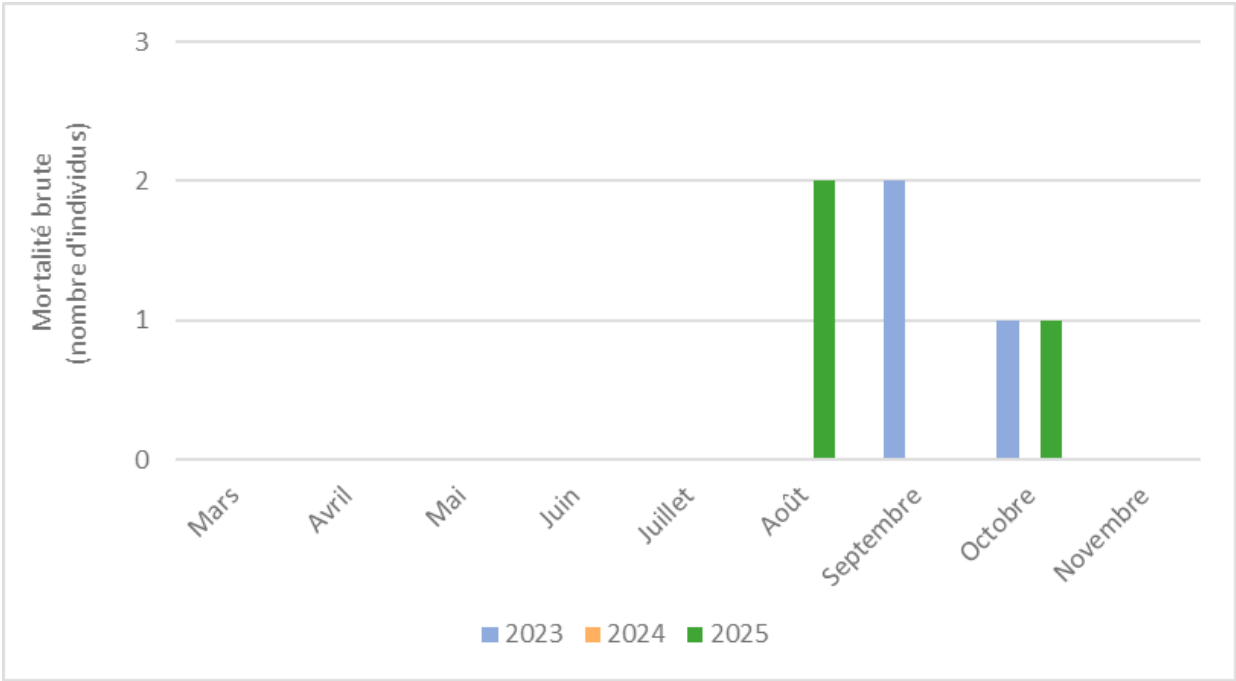


Figure 30 : Répartition phénologique de la mortalité brute des chiroptères en 2023, 2024 et 2025

Compte tenu des résultats obtenus sur les trois années de suivi, il est possible que la période de transit automnal / swarming soit la plus impactante pour les chiroptères.

4.3.7.1.3 Résultats spatialisés

Des cadavres de chiroptères ont été retrouvés sous les éoliennes E1 et E6 en 2023, et sous les éoliennes E2 et E5 en 2025 (cf. tableau et figure suivants). Au total, la mortalité brute recensée est la plus élevée pour les éoliennes E2 et E6 (deux individus chacune), suivie par les éoliennes E1 et E5 (un individu chacune).

Un total de six Pipistrelles communes a été recensé à l'issue des trois années de suivi avec trois individus en 2023 et trois autres en 2025. Ainsi, la mortalité brute de 2025 est similaire à celle de 2023.

4.3.7.1.2 Résultats saisonniers

En 2023, les cas de mortalité des chiroptères ont été recensés en septembre et octobre pendant la période de transit automnal et de swarming (cf. tableau et figure suivants). En 2024, aucun cas de mortalité n'a été comptabilisé. En 2025, les cas de mortalité ont été notés en août et octobre pendant la période de transit automnal et de swarming. Aucun cas de mortalité n'a été comptabilisé pendant les périodes de transits printaniers et de mise-bas et élevage des jeunes. La période hivernale n'a quant à elle pas été suivie. Ainsi, il est possible que la période de transit automnal / swarming soit la plus impactante pour les chiroptères.

Éolienne	2023	2024	2025	Total
E1	1	0	0	1
E2	0	0	2	2
E3	0	0	0	0
E4	0	0	0	0
E5	0	0	1	1
E6	2	0	0	2

Tableau 29 : Mortalité brute des chiroptères par éolienne en 2023, 2024 et 2025

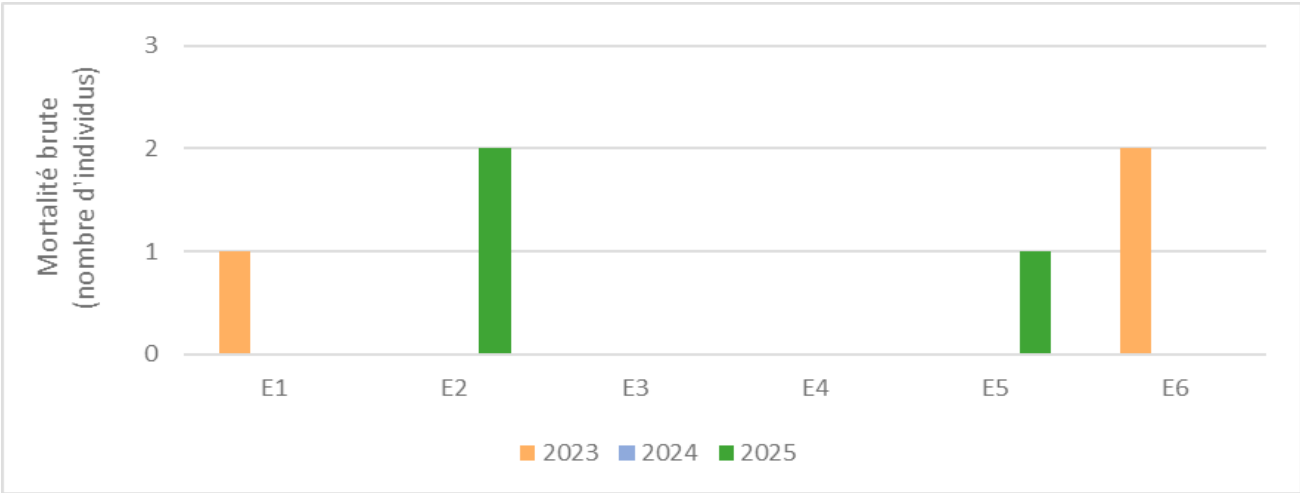


Figure 31 : Mortalité brute par éolienne en 2023, 2024 et 2025

Résultats 2023 : selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 16 à 22 individus pour l’ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 3 et 52 individus, avec un risque d’erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

Résultats 2024 : la mortalité réelle ne peut être estimée en raison de l’absence de cas de mortalité brute recensé.

Résultats 2025 : selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 11 à 16 individus pour l’ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 6 et 31 individus, avec un risque d’erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

Les résultats d’estimations ne permettent pas d’apprécier l’évolution de la mortalité réelle en raison du recouvrement des intervalles de confiance. Toutefois, il est à noter que le nombre maximal de cadavre estimé est moins important en 2025 comparé à 2023.

Au total, la mortalité brute recensée est la plus élevée pour les éoliennes E2 et E6 (deux individus chacune), suivie par les éoliennes E1 et E5 (un individu chacune).

4.3.7.2 Mortalité estimée

Le tableau suivant compile les résultats de la mortalité estimée pour l’ensemble du parc éolien sur les périodes de suivi des années 2023, 2024 et 2025, selon les différentes méthodes retenues.

Méthodes	Mortalité estimée		
	2023	2024	2025
Erickson	15,74 (3 - 37,29)	Aucun individu découvert	10,97 (5,67 - 21,54)
Huso	17,81 (3 - 41,56)		14,15 (7,39 - 27,67)
Jones	21,50 (3 - 51,23)		15,51 (8,08 - 30,34)
Entre parenthèses : intervalles de confiance à 95 % Lorsque la borne inférieure de l'intervalle de confiance indique 0, cette dernière est remplacée par la valeur de mortalité brute.			

Tableau 30 : Estimations de la mortalité des chiroptères pour l’ensemble du parc sur la période de suivi et selon les méthodes utilisées, en 2023, 2024 et 2025

4.3.8 Synthèse

La mortalité brute (échantillon observé) relevée sur l'ensemble du suivi (mi-mars mai à mi-novembre 2025) est de trois Pipistrelles communes.

Selon les estimateurs, la mortalité estimée varie de 11 à 16 individus pour l'ensemble du parc sur la période de suivi, et la mortalité réelle devrait se situer entre 6 et 31 individus, avec un risque d'erreur de 5 % (pour chaque estimateur).

En 2025, la mortalité des chiroptères sur le parc du Ménéec semble être liée à :

- une activité importante en période de swarming et de transit automnal ;***
- la localisation du parc à proximité de deux vallons humides et boisés, ainsi que et d'alignements arborés et arbustifs qui sont généralement riches et densément fréquentés par les chiroptères.***

À l'issue des trois années de suivi (2023, 2024 et 2025), six cas de mortalité de Pipistrelle commune ont été recensés. Cette espèce est patrimoniale et était ciblée lors de l'étude d'impact. La mortalité brute reste relativement faible et stable avec les années, et ne concerne pas d'espèce à enjeu fort.

Les résultats du suivi sur les trois années ne mettent pas en évidence un impact significatif sur une espèce particulière. Cependant, la mortalité réelle pourrait atteindre 31 individus sur la période de suivi et pourrait concerner des espèces patrimoniales et/ou menacées telles que la Pipistrelle commune dont des cas de mortalité ont été avérés. Ainsi, une adaptation marginale du bridage est préconisée afin de mieux couvrir l'activité des chiroptères et de maintenir un impact faible et non significatif du parc du Ménéec sur les chiroptères. Pour rappel, le plan de bridage avait été adapté à l'issu du suivi 2023.

5 Préconisations

5.1 Mesures préconisées pour prévenir d'éventuelles incidences sur les chiroptères

Les résultats du suivi d'année 1 (2023) n'avaient pas mis en avant d'impact significatif sur les populations chiroptérologiques. Néanmoins, une attention à l'évolution des cas de mortalité sur les années de suivi suivantes, ainsi qu'un ajustement du plan de bridage, ont été recommandés.

Les résultats de la deuxième année du suivi (2024) n'avaient pas montré de cas de mortalité et donc pas d'impact significatif sur les chiroptères. À noter que l'absence de cadavre découvert en 2024 ne signifie pas l'absence de mortalité réelle, et pourrait être en lien avec l'évolution de certains paramètres, tels que la persistance et l'efficacité (plus faibles en 2024 en comparaison de 2023).

Les résultats du suivi de la troisième année (2025) ne mettent également pas en évidence d'impact significatif sur les populations chiroptérologiques et ne justifient pas la mise en œuvre de mesures de réduction supplémentaires ; toutefois, une mesure préventive est proposée à titre de précaution.

5.1.1 Programmation préventive

5.1.1.1 Historique des programmations préventives

Les risques de collision étant assez élevés, un bridage a été mis en place dès la première année d'exploitation du parc pendant les périodes présentant le plus de risque afin de réduire le risque de mortalité sur les six éoliennes selon les conditions cumulatives suivantes :

Période	Dates	Modalité d'arrêt		
		Période d'arrêt	Vitesse inférieure de vent en m/s à hauteur de moyeu	Températures
Transits printaniers	Du 1 ^{er} avril au 31 mai 2022	1 h avant le coucher du soleil et 1 h après le lever du soleil	5,5	Température de l'air supérieure à 10 °C
Mise-bas et élevage des jeunes	Du 1 ^{er} juin au 15 août 2022	1 h avant le coucher du soleil et 1 h après le lever du soleil	5,5	Température de l'air supérieure à 10 °C
Transits automnaux et swarming	Du 16 août au 31 octobre 2022	1 h avant le coucher du soleil et 1 h après le lever du soleil	5,5	Température de l'air supérieure à 10 °C

Tableau 31 : Modalités d'arrêt des éoliennes pour l'année 2023 à la suite des résultats de l'étude d'impacts

Les paramètres cumulés sur la période de programmation prévue ont permis de couvrir 96 % de l'activité chiroptérologique globale sur la période du 13 mars au 30 octobre 2023. Pour autant, au regard de la très forte

activité recensée au mois de septembre et de la mortalité associée découverte durant la première année de suivi, un ajustement de la mesure correctrice a été proposé et mis en place pour l'année 2024.

Nouvelle programmation préventive proposée à l'issue du suivi 2023 pour l'année 2024									
Périodes		Mois	Contacts par mois	Activité couverte (%)	Modalités d'arrêt				
					Horaires	Vitesse du vent à hauteur de moyeu	Température de l'air à hauteur de moyeu	Précipitations	
Cycle actif des chiroptères	Phase printanière	Mars	10	-					
		Avril	22	100 %	Toute la nuit (d'une heure avant le coucher à une heure après le lever du soleil)	Inférieure à 5,5 m/s	Supérieure à 10 °C	Absence de pluie	
		Mai	81	82,7 %					
	Phase estivale	Juin	1 140	97,1 %					
		Juillet	915	95,4 %					
		Aout	236	96,6 %					
	Phase automnale	Septembre	2 996	97,8%					Inférieure à 6 m/s
		Octobre	2 105	98,6 %		Inférieure à 5,5 m/s			
		Novembre	323	-					
	Total sur la période inventoriée (12 mars au 16 novembre)			7 828		93,3 %			

Tableau 32 : Modalités d'arrêt préventif proposées à l'issue du suivi 2023 pour l'année 2024 (nombre de contacts cumulés en 2023 et 2024)

Les paramètres cumulés sur la période de programmation prévue ont permis de couvrir 93,3 % de l'activité chiroptérologique globale sur 2023 et 2024.

Ainsi, les seuils de déclenchement et d'arrêt des éoliennes ont permis de couvrir la majorité de l'activité. Il n'a donc pas été proposé d'ajuster cette programmation préventive pour l'année 2025.

5.1.1.2 Proposition d'adaptation de la programmation préventive des éoliennes en fonction de l'activité chiroptérologique

Cette partie détaille les paramètres de la proposition d'adaptation de la mesure de programmation préventive, en relation avec les résultats du suivi de l'année 3 d'exploitation (2025).

Les paramètres cumulés de la mesure de programmation déjà mis en place sur la période prévue ont permis de couvrir 90 % de l'activité chiroptérologique globale (nombre de contacts cumulés en 2023,2024 et 2025).

Au regard de ces éléments, aucune mesure correctrice supplémentaire n'est à prévoir pour l'année 2026. Toutefois, compte tenu de la mortalité de chiroptères encore observée lors de la troisième année de suivi (trois Pipistrelles communes) et des proportions de contacts de cette espèce, il est préconisé d'adapter la programmation des arrêts préventifs sur les mois d'août et d'octobre.

En effet, avec les paramètres actuels, l'activité de la Pipistrelle commune au mois d'août n'est couverte qu'à hauteur de 79 % (données cumulées des années 1, 2 et 3). Par ailleurs, le mois d'octobre correspond à la période d'activité chiroptérologique la plus élevée, avec 5 441 contacts enregistrés. Deux cadavres de Pipistrelle commune ont été retrouvés au mois d'août et un cadavre supplémentaire en octobre, ce qui renforce la pertinence de cette adaptation.

Programmation préventive du fonctionnement de toutes les éoliennes :

Objectif : Diminuer la mortalité directe sur les chiroptères.

Description de la mesure : Un protocole d'arrêt de toutes les éoliennes du parc sous certaines conditions (humidité, température, vitesse du vent, et saison), est déjà mis en place. Pour une meilleure couverture de l'activité des chiroptères, une adaptation des paramètres de mise en arrêt des pales sur les mois d'août et octobre est nécessaire pour la quatrième année d'exploitation. Cet arrêt des pales, lorsque les conditions sont les plus favorables à l'activité des chiroptères, peut permettre de diminuer très fortement la probabilité de collision avec un impact minimal sur le rendement (Arnett *et al.*, 2009).

5.1.1.2.1 Paramètres utilisés pour l'ajustement de la mesure

Période de l'année

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

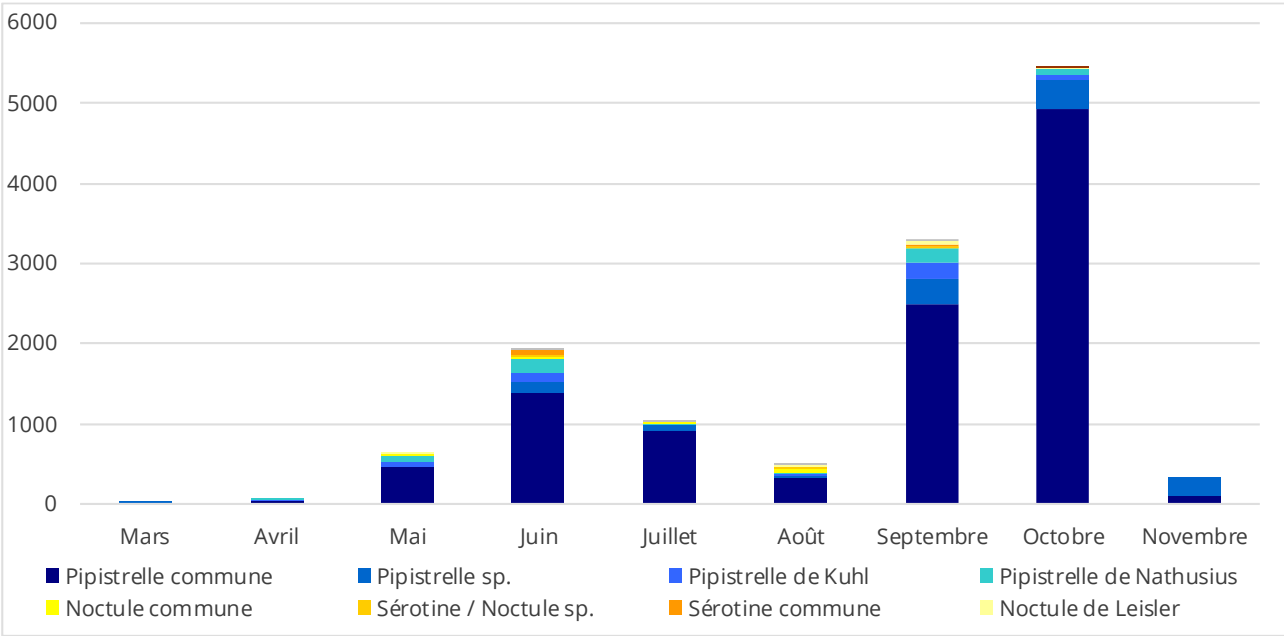


Figure 32 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement

Ainsi les seuils de déclenchement seront adaptés en corrélation avec l'activité et seront renforcés sur les mois où se concentre la majorité de l'activité soit août et octobre.

Horaires

Pour la phase d'activité, le premier critère utilisé correspond à la tranche horaire journalière. L'activité des chiroptères étant nocturne, les arrêts se feront seulement à l'intérieur de la phase comprise entre le coucher et le lever du soleil. À l'intérieur de cette phase, les études et connaissances bibliographiques montrent que l'activité se concentre durant les premières heures de la nuit, mais peut persister également durant la nuit à certaines périodes. Sur le site une large partie des contacts de chiroptères ont été enregistrés sur l'ensemble de la nuit, l'activité diminue peu voir s'intensifie en milieu de nuit (octobre). Cela est particulièrement vrai de juillet à fin septembre (figure ci-dessous). Les autres périodes sont plus conformes aux attendus avec une activité plus forte en début de nuit (avril à juin puis octobre).

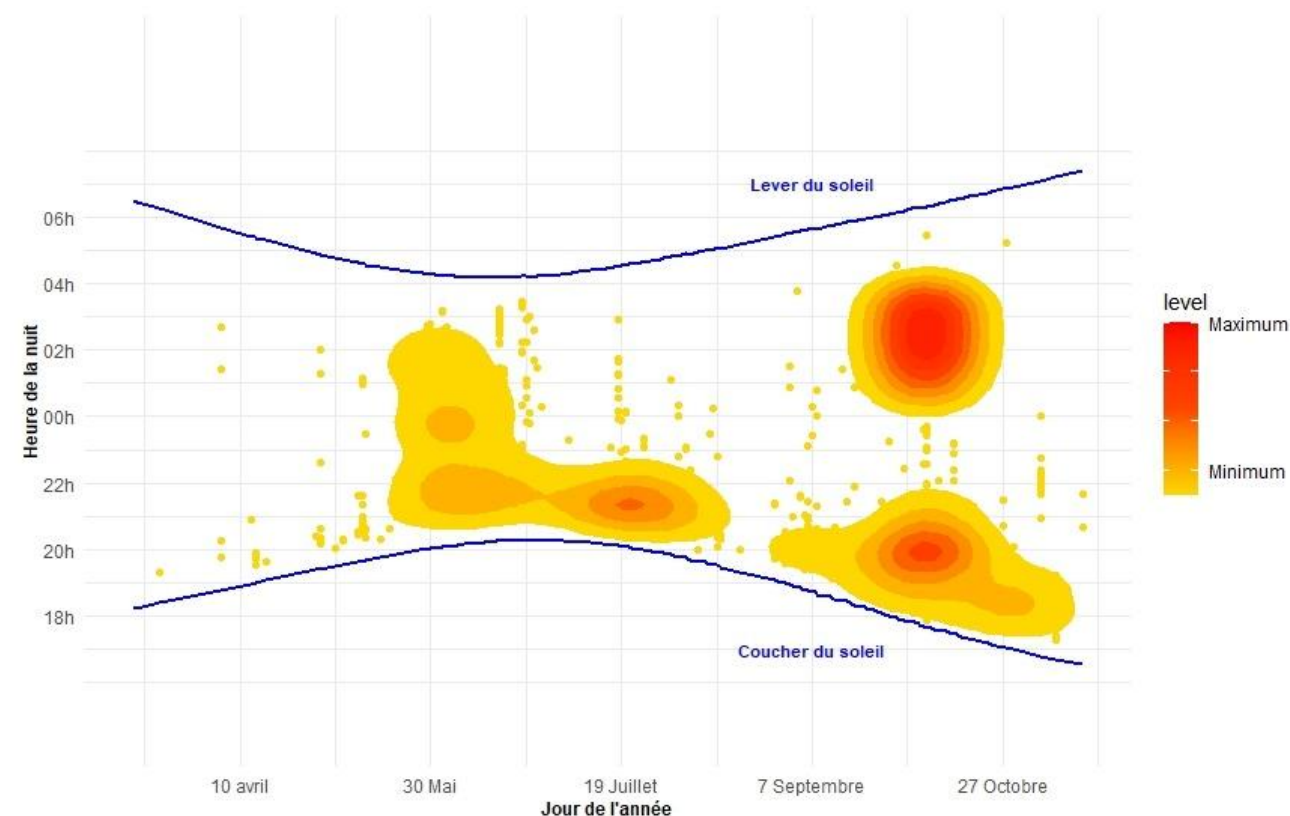


Figure 33 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien sur le site

Les périodes les plus sensibles sont situées durant la période automnale. Lors de cette période, les comportements lors des transits (vol d'altitude sur de longues distances) rendent les chauves-souris particulièrement vulnérables aux collisions. On note également qu'à ces périodes, un regain d'activité est identifié dans la première heure avant le lever du soleil.

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

Vitesses de vent

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

Les inventaires sur site ont montré que les chiroptères ont volé majoritairement sous les 6 m/s avec 90 % de l'activité sous cette valeur. Un certain nombre de contact est par ailleurs enregistré jusqu'à 11,5 m/s.

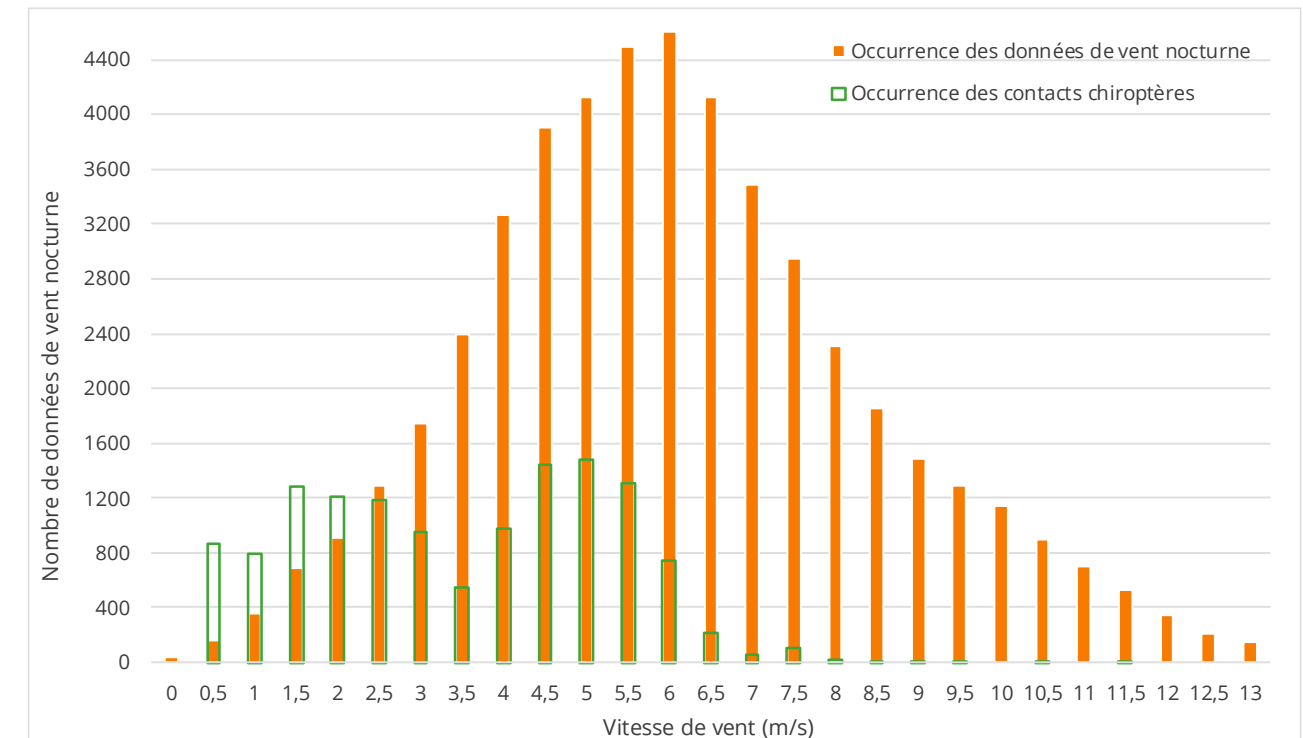


Figure 34 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent pendant les trois années de suivi

Les seuils de déclenchements tiendront comptes des capacités des chiroptères sur le site à évoluer sous des valeurs de vents allant jusqu'à 11,5 m/s. Le seuil des 90 % est atteint à 6 m/s mais les chiroptères peuvent voler sous de plus fortes valeurs.

Température

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

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

Sur le site, une majorité du nombre total de cris est obtenu pour des températures supérieures à 13 °C. Cette tendance peut s'expliquer par la rareté des proies lorsque les températures sont trop basses. On observe que l'activité peut débuter dès 10 °C, ce qui corrobore le seuil de 9,5 °C proposé par la bibliographie.

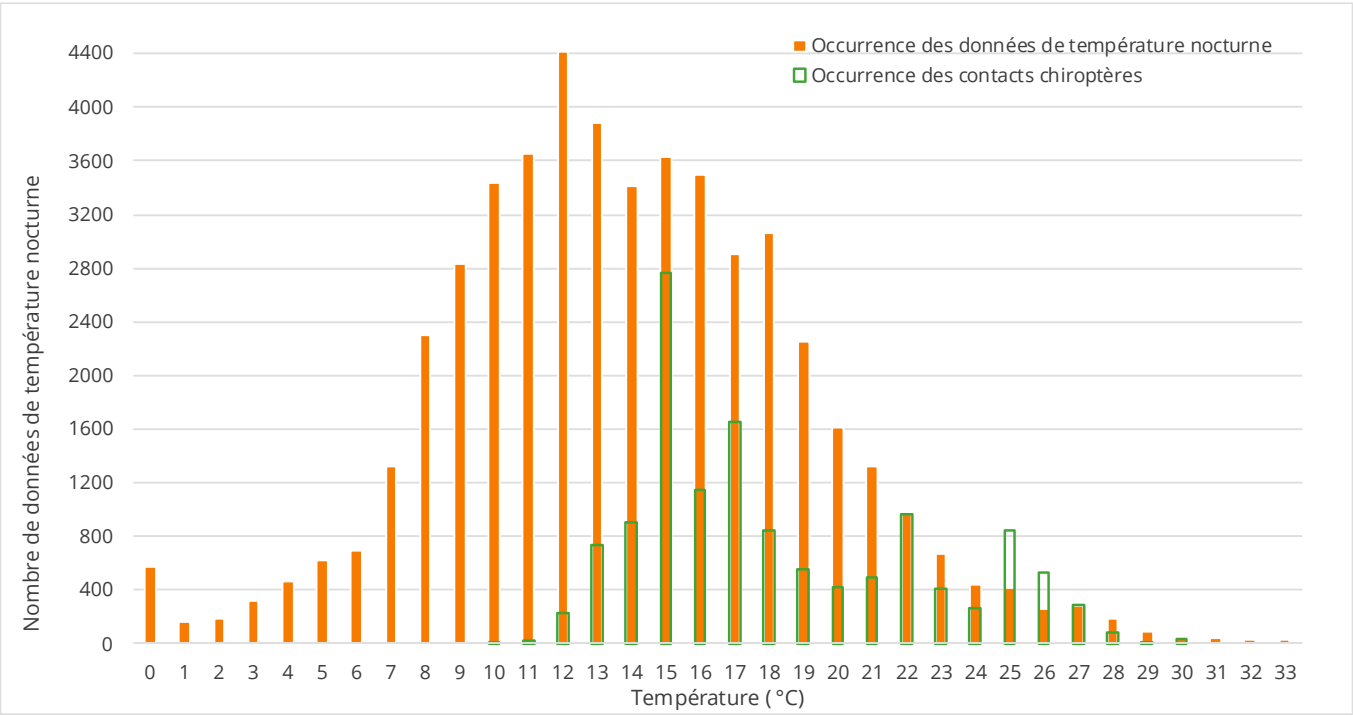


Figure 35 : Activité des chiroptères en fonction de la température pendant les trois années de suivi

Un seuil minimal de 10 °C est retenu pour les paramètres d'arrêt des pales sur l'ensemble de la période couverte par la programmation d'arrêt préventif.

Précipitations

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

5.1.1.2.2 Présentation de l'ajustement de la mesure pour toutes les éoliennes

La définition de ces critères est fondée sur les inventaires réalisés en nacelle, qui viennent corroborer pour la plupart l'analyse bibliographique. On notera que les périodes les plus restrictives pour la rotation des pales correspondent de transits automnaux. Les inventaires ont effectivement montré une présence plus marquée des chiroptères lors de ces phases biologiques.

Les critères retenus sont présentés dans le tableau suivant. Notons que dans le tableau est affiché le pourcentage de l'activité chiroptérologique couvert par la mesure pour chaque mois d'inventaire et finalement pour l'ensemble de la période étudiée (mars à novembre). Rappelons que l'arrêt est effectif lorsque les paramètres ci-après sont concomitants. La mesure est valable du 1^{er} avril au 31 octobre inclus d'une année calendaire.

	Nouvelle programmation préventive proposée à l'issue du suivi 2025 pour l'année 2026								
Périodes		Mois	Contacts par mois	Activité couverte par la programmation actuelle (%)	Activité couverte par la programmation proposée (%)	Modalités d'arrêt			
						Horaires	Vitesse du vent à hauteur de moyeu	Température de l'air à hauteur de moyeu	Précipitations
Cycle actif des chiroptères	Phase printanière	Mars	10	-	-				
		Avril	50	70 %	70 %	Toute la nuit (du coucher au lever du soleil)	Inférieure à 5,5 m/s	Supérieure à 10 °C	Absence de pluie
		Mai	624	94 %	94 %				
	Phase estivale	Juin	1 933	83 %	83 %				
		Juillet	1 033	91 %	91 %				
		Aout	489	77 %	84 %				
	Phase automnale	Septembre	3 295	98 %	98 %		Inférieure à 6 m/s		
		Octobre	5 441	94 %	100 %				
		Novembre	323	-	-				
Total sur la période inventoriée (mars à novembre)			13 198	90 %	93 %				

Tableau 33 : Modalités d'arrêt préventif proposées à l'issue du suivi 2025 pour l'année 2026 (nombre de contacts cumulés en 2023, 2024 et 2025)

Modalités de suivi de la mesure : Suivi de mortalité et de comportement acoustique en nacelle.
Responsable : Maître d'ouvrage / Écologue.

5.2 Préconisations pour prévenir d'éventuelles incidences sur l'avifaune

Avec le temps, la végétation sur les plateformes des éoliennes du parc du Ménéec risque de se développer et d'attirer, entre autres, l'avifaune à proximité des éoliennes. Conformément à l'arrêté préfectoral, le débroussaillage annuel des plateformes est nécessaire afin de réduire le risque de collision, et doit être réalisé en dehors de la période de reproduction des passereaux. Un ajustement des dates limites d'intervention est proposé dans la mesure suivante.

Entretien des plateformes des éoliennes pour réduire leur attractivité pour l'avifaune

Type de mesure : Mesure de réduction.

Impact potentiel identifié : Risque de collision de l'avifaune.

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

Description de la mesure : La présence de végétation à proximité directe des pales des éoliennes peut constituer un risque pour la faune volante. En effet, cette végétation est susceptible d'accueillir de nombreuses espèces proies (insectes, micromammifères, etc.), pouvant attirer les oiseaux et les chiroptères. Dans le but d'éviter d'attirer les oiseaux et les chiroptères à portée des pales des éoliennes, il est proposé d'entretenir régulièrement les plateformes. L'entretien devra respecter le cahier des charges suivant :

- réalisation d'un broyage de la végétation **au minimum deux fois par an (avant le 1^{er} mars et après le 31 août, pas d'intervention au sein de cette période) ;**
- exporter la végétation coupée ;
- aucune utilisation de produits phytosanitaires ;

Calendrier : Pendant toute la durée de l'exploitation.

Coût prévisionnel : Intégré aux coûts d'exploitation.

Responsable : Maître d'ouvrage.

5.3 Modalités proposées pour le suivi de la mortalité

Les résultats des trois années de suivi indiquent une absence d'impact significatif du parc éolien du Ménéec sur l'avifaune et les chiroptères. Ainsi, la poursuite du suivi en 2026 n'est pas nécessaire. Par conséquent, et conformément à la réglementation, le prochain suivi de la mortalité sur le parc éolien du Ménéec sera à réaliser dix ans après la mise en service du parc.

Une mesure d'accompagnement consistant en une adaptation marginale du bridage est toutefois proposée afin de mieux couvrir l'activité des chiroptères et de maintenir un impact faible et non significatif du parc du Ménéec sur les chiroptères.

Tables des illustrations et annexes

Annexes

Annexe 1 : Formulaire général (suivi mortalité).....	75
Annexe 2 : Formulaire de découverte d'un cadavre (suivi mortalité)	75
Annexe 3 : Fiche de saisie standardisée de la mortalité	75
Annexe 4 : Calendrier du suivi mortalité (2025).....	76
Annexe 5 : Cas de collision avec l'avifaune recensés en France et en Europe (d'après Dürr, 2025).....	76
Annexe 6 : Niveaux de sensibilité au risque de collision pour l'avifaune	77
Annexe 7 : Cas de collision avec des chiroptères recensés en France et en Europe (d'après Dürr, 2025)	79
Annexe 8 : Notes de risque chiroptères.....	79
Annexe 9 : Surfaces prospectées par éolienne et par sortie lors du suivi de la mortalité.....	80
Annexe 10 : Fiches de saisie standardisées de la mortalité	81

Figures

Figure 1 : Réactions des oiseaux en vol confrontés à un champs d'éoliennes sur leur trajectoire (d'après Albouy et al, 2001)	11
Figure 2 : Ration du temps passé en hauteur pour chaque espèce de chiroptères (Adapté de Roemer et al. 2017)	14
Figure 3 : Dispositif installé dans la nacelle d'éolienne (copyright : B.A.T.)	19
Figure 4 : Indices de confiance établis par SonoChiro® et risques d'erreurs associés	20
Figure 5 : Schéma du parcours théorique au pied d'une éolienne	22
Figure 6 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur l'ensemble de la période d'étude	31
Figure 7 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement	32
Figure 8 : Répartition du nombre de contacts par jours durant l'ensemble de la période d'inventaire.....	33
Figure 9 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien	34
Figure 10 : Activité des chiroptères en fonction de la température.....	34
Figure 11 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction de la température	35
Figure 12 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent.....	35
Figure 13 : Activité mensuelle des chiroptères en fonction du vent.....	36
Figure 14 : Répartition des contacts par espèces ou groupes d'espèces sur les trois années d'études.....	39
Figure 15 : Répartition du nombre de contacts par jours sur les trois périodes d'études	40
Figure 16 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement sur les trois périodes d'études	41
Figure 17 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien	41
Figure 18 : Activité des chiroptères en fonction de la température.....	41
Figure 19 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent.....	42

Figure 20 : Proportions (%) des cas de collision avec les éoliennes en fonction des ordres, en France et en Europe (d'après Dürr, 2025).....	46
Figure 21 : Espèces d'oiseaux à enjeu et sensibles au risque de collision, inventoriées en 2014-2015 et en 2017-2018 pour l'étude d'impact (AEPE-Ginko, 2019).....	47
Figure 22 : Mortalité brute de l'avifaune observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi	48
Figure 23 : Mortalité brute de l'avifaune par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi	49
Figure 24 : Répartition phénologique de la mortalité brute de l'avifaune en 2023, 2024 et 2025	52
Figure 25 : Mortalité brute de l'avifaune par éolienne en 2023, 2024 et 2025.....	52
Figure 26 : 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, 2025)	54
Figure 27 : Protection, statut en Bretagne et tendance évolutive des populations en France des espèces sensibles au risque de collision, inventoriées en 2014-2015 et en 2017-2018 pour l'étude d'impact (AEPE-Gingko, 2019)...	54
Figure 28 : Mortalité brute observée sur le parc en fonction de chaque mois suivi	55
Figure 29 : Mortalité brute des chiroptères par éolienne sur l'ensemble de la période de suivi	56
Figure 30 : Répartition phénologique de la mortalité brute des chiroptères en 2023, 2024 et 2025	58
Figure 31 : Mortalité brute par éolienne en 2023, 2024 et 2025	59
Figure 32 : Répartition du nombre de contacts par mois complet d'enregistrement.....	63
Figure 33 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction du cycle circadien sur le site.....	64
Figure 34 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent pendant les trois années de suivi.....	64
Figure 35 : Activité des chiroptères en fonction de la température pendant les trois années de suivi.....	65

Tableaux

Tableau 1 : Habitat et type de milieu inventorié	20
Tableau 2 : modalités de suivi de la mortalité selon le protocole national (2018)	21
Tableau 3 : Paramètres des tests de d'efficacité effectués sur l'année de suivi	23
Tableau 4 : Postulats de chaque méthode d'estimation (Erickson, Jones et Huso : d'après Bernardino et al., 2013)	25
Tableau 5 : Dates et conditions météorologiques des inventaires du milieu naturel.....	26
Tableau 6 : Répartition du nombre de contacts par espèce et par éolienne	31
Tableau 7 : Répartition du nombre de contacts au sol et en hauteur en fonction des phases biologiques	31
Tableau 8 : Répartition du nombre de contacts en fonction des mois d'inventaires.....	32
Tableau 9 : Résultats de la diversité spécifique en fonction des études menées sur le parc du Ménéac.....	38
Tableau 10 : Résultats des tests d'efficacité	45
Tableau 11 : Résultats des tests de persistance	45
Tableau 12 : Synthèse des surfaces prospectées.....	45
Tableau 13 : Niveau d'enjeu de conservation, sensibilité à l'éolien et niveau de risque des espèces patrimoniales à l'échelle régionale pour l'avifaune (AEPE-Ginko, 2019).....	47
Tableau 14 : Oiseaux découverts lors du suivi mortalité	47
Tableau 15 : Mortalité estimée de l'avifaune sur l'ensemble de la période de suivi	49
Tableau 16 : Statuts des différentes espèces impactées et effectifs associés	50

Tableau 17 : Paramètres des suivis réalisés 51

Tableau 18 : Mortalité brute observée par espèce d’oiseaux sur le parc en 2023, 2024 et 2025 51

Tableau 19 : Répartition phénologique de la mortalité brute de l’avifaune en 2023, 2024 et 2025 51

Tableau 20 : Mortalité brute de l’avifaune par éolienne en 2023, 2024 et 2025 52

Tableau 21 : Estimations de la mortalité de l’avifaune pour l’ensemble du parc sur la période de suivi et selon les méthodes utilisées, en 2023, 2024 et 2025 52

Tableau 22 : Définition du niveau de risque pour les espèces sensibles au risque de collision, inventoriées durant l’étude d’impact réalisée en 2014-2015 et en 2017-2018 (AEPE-Gingko, 2019) 54

Tableau 23 : Chiroptères découverts lors du suivi mortalité 55

Tableau 24 : Mortalité estimée des chiroptères sur l’ensemble de la période de suivi 56

Tableau 25 : Statuts de l’espèce de chiroptères impactée et nombre de collision observées 57

Tableau 26 : Paramètres des suivis réalisés 58

Tableau 27 : Mortalité brute observée par espèce sur le parc en 2023, 2024 et 2025 58

Tableau 28 : Répartition phénologique de la mortalité brute des chiroptères en 2023, 2024 et 2025 58

Tableau 29 : Mortalité brute des chiroptères par éolienne en 2023, 2024 et 2025 59

Tableau 30 : Estimations de la mortalité des chiroptères pour l’ensemble du parc sur la période de suivi et selon les méthodes utilisées, en 2023, 2024 et 2025 59

Tableau 31 : Modalités d’arrêt des éoliennes pour l’année 2023 à la suite des résultats de l’étude d’impacts 62

Tableau 32 : Modalités d’arrêt préventif proposées à l’issue du suivi 2023 pour l’année 2024 (nombre de contacts cumulés en 2023 et 2024) 62

Tableau 33 : Modalités d’arrêt préventif proposées à l’issue du suivi 2025 pour l’année 2026 (nombre de contacts cumulés en 2023, 2024 et 2025 65

Cartes

Carte 1 : Localisation du parc éolien du Ménéce 7

Carte 2 : Localisation du parc éolien du Ménéce sur photographie aérienne 8

Carte 3 : Localisation et dénomination du dispositif Batmode S2+ 21

Carte 4 : Répartition des cas de mortalité d’oiseaux trouvés par éolienne 48

Carte 5 : Répartition des cadavres de chiroptères trouvés par éolienne 55

Photographie

Photo 1 : Exemple de situation à risque : brouillard en hauteur masquant tout ou partie des pales - ©Encis Environnement 12

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) - Abies / LPO Aude.
- Albouy S., (2005). Suivi ornithologique 2005 du parc éolien de Grande Garrigue, commune de Névian (11), évaluation des impacts sur l'avifaune nicheuse. Abies pour la Compagnie du Vent.
- Alcalde, J.T. (2003): Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. *Barbastella* 2: 3-6.
- Ahlén, I. (1997): Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 62: 375-380.
- Ahlén, I. (2002): Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. *Fauna och Flora* 97 (3): 14-22.
- Alhen I Bach L. Baagoe H.J. & Pettersson J. 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. The Swedish Environmental Protection Agency, Report 5571.
- Amorim F. Rebelo H. Rodrigues L. 2012. Factors influencing bat activity and mortality at a wind farm in the Mediterranean region. *Acta Chiropterologica* 14(2): 439-457.
- André, Y. (2005): Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort, 21 pages.
- Arnett, E.B., technical editor (2005): Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia: an Assessment of Fatality Search Protocols, Pattern of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. 187 pp.
- Arnett E.B. Barclay R.M.R & Hein C.D. 2013a. Thresholds for bats killed by wind turbines. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11: 171–171. doi:10.1890/15409295-11.4.171 & 2013a.
- Arnett E.B. Huso M.M.P. Reynolds D.S. & Schirmacher M. 2007. Patterns of preconstruction bat activity at a proposed wind facility in northwest Massachusetts. An annual report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. 35 p.
- Arnett, E.B., M.M.P. Huso, J.P. Hayes & M. Schirmacher (2010): Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas, USA.
- Arnett E.B. Huso M.M.P. Schirmacher M. & Hayes J.P. 2011. Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Front Ecol. Environ.* 2011, 9(4): 209– 214.
- Arnett, E.B., G.D. Johnson, W.P. Erickson & C.D. Hein (2013c): A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- Arnett, E.B., C.D. Hein, M.R. Schirmacher, M.M.P. Huso & J.M. Szewczak (2013b): Evaluating the Effectiveness of an Ultrasonic Acoustic Deterrent for Reducing Bat Fatalities at Wind Turbines. *PLoS ONE* 8(6): e65794.
- Arnett E.B. Brown W.K. Erickson W.P. Fiedler J. Hamilton B.L. Henry T.H. Jain A. Johnson G.D. Kerns J. Koford R.R. Nicholson C.P. O'Connell T. Piorkowski M. & Ta, kersley R. 2008. Patterns of fatality of bats at wind energy facilities in North America. *Journal of Wildlife Management* 72: in press.
- Arnett, E.B., Baerwald, E.F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodriguez-Durán, A., Rydell, J., Villegas-Patraca, R. & Voigt, C. (2016) Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world* (C. Voigt and T. Kingston, eds.) pp. 295–323. Springer International Publishing AG, Cham, Switzerland.
- Arthur L. & Lemaire M. 2015. Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Deuxième édition. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; Biotope, Mèze, 544 p. (Hors collection ; 38).
- Atienza, J.C., Fierro, I.M., Infante, O., Valls, J., Domínguez, J., 2011. Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0). SEO/BirdLife, Madrid, (translated into English as Guidelines for Assessing Impact of Wind Farms on Birds and Bats (Version 4.0).
- Aulagnier S. 2005. France. in : R. Hutterer, T. Ivanova, C. Meyer-Cords & L. Rodrigues : Bat migrations in Europe. A review of banding data and literature. *Natursch. Biol. Vielf.*, 28 : 41-43.
- AVES environnement & GCP. 2010. Etude de la mortalité des Chiroptères. Parc éolien du Mas de Leuze, commune de Saint-Martin-de-Crau (13), 17/03-27/11 2009. 38 p.
- Bach, L. (2002): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf das Verhalten und die Raumnutzungen von Fledermäusen am Beispiel des Windparks „Hohe Geest“, Midlum - Endbericht. – unpubl. report for Instituts für angewandte Biologie, Freiburg/Niederelbe: 46 pp.
- Bach L. & Niermann I. 2011 & 2013. Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel – Bericht 2012 – Überprüfung des Abschalt algorithmus. Unpubl. report to PNE Wind AG, 28 pages.
- Bach, P., L. Bach, K. Eckschmitt, K. Frey & U. Gerhardt (2013b): Bat fatalities at different wind facilities in northwest Germany. Poster at CWE2013, Stockholm, 5-7 February 2013 (Naturvardsverket rapport 6546:117) and 3rd International Bat Meeting, Berlin, 1-3 March 2013.
- Baerwald E.F. Barclay R.M.R. 2011. Patterns of activity and fatality of migratory bats at a wind energy facility in Alberta, Canada. *The Journal of Wildlife Management* 75: 1103-1114.
- Baerwald, E.F., G.H. D'Amours, B.J. Klug & R.M.R. Barclay (2008): Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18 (16): pR 695696.
- Barataud M. & Giosa S. 2012. Biodiversité des chiroptères et gestions forestières en Limousin : rapport. Groupe Mamm. Herpéto. Limousin, Limoges, 32 p.
- Barclay R.M.R. 1991. Population Structure of Temperate Zone Insectivorous Bats in Relation to Foraging Behaviour and Energy Demand. *Journal of Animal Ecology* 60 (1): 165-178.
- Barclay RMR, Baerwald EF, Gruver JC (2007). Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities : assessing the effects of rotor size and tower height.
- Barre, K., L., Le Viol, I., Bas, Y., Julliard, R. & Kerbiriou, C. (2018) Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: implications for European siting guidance. *Biological Conservation*, 226, 205–214.
- Barrios L *et al.*, (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines.
- Bas, Y., A. Haquart, J. Tranchard & H. Lagrange (2014) : Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mâts de mesure: évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. *Symbioses, Actes des 14èmes Rencontres Nationales Chauves-souris de la SFEPM*, Bourges mars 2012, 32: 83-87.
- Bas Y, Kerbiriou C, Roemer C & Julien JF (2020, June). Bat population trends. Muséum national d'Histoire naturelle. Retrieved from <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/population-trends>.

- Bastos, R., M. Santos & J.A. Cabral (2013): A new stochastic dynamic tool to improve the accuracy of mortality estimates for bats killed at wind farms. *Ecological Indicators*, 34: 428–440.
- Bauer K. 1960. Die Säugetiere des Neusiedlersee-Gebietes (Österreich), Bonn. Zool. Beitr. 11(2-4): 141-344.
- Becciu, P., Panuccio, M., Dell’Omo, G., Sapir, N., 2021. Groping in the Fog: Soaring Migrants Exhibit Wider Scatter in Flight Directions and Respond Differently to Wind Under Low Visibility Conditions. *Front. Ecol. Evol.* 9, 745002. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.745002>
- 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., Bispo, R., Costa, H., Mascarenhas, M., 2013. Estimating bird and bat fatality at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. *New Zealand Journal of Zoology* 40, 63–74.
- Bernardino, J., R. Bispo, R. Rebelo, M. Mascarenhas & H. Costa (2011): Enhancing carcass removal trials at three wind energy facilities in Portugal. *Wildl. Biol. Pract.* 7(2): 1-14.
- Beucher, Y., V. Kelm, F. Albespy, M. Geyelin, L. Nazon & D. Pick (2013): Parc éolien de Castelnau-Pégayrols (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.
- Blary, C., Bonadonna, F., Dussauze, E., Potier, S., Besnard, A., Duriez, O., 2023. Detection of wind turbines rotary motion by birds: A matter of speed and contrast. *Conservat Sci and Prac* e13022. <https://doi.org/10.1111/csp2.13022>
- Bright, J.A., Langston, R.H.W., Bullman, R., Evans, R.J., Gardner, S., Pearce-Higgins, J., Wilson, E., 2006. Bird sensitivity map to provide locational guidance for onshore wind farms in Scotland. *RSPB*, Sandy.
- Brinkmann, R., H. Schauer-Weissahn & 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
- Bruderer, B., Peter, D., Korner-Nievergelt, F., 2018. Vertical distribution of bird migration between the Baltic Sea and the Sahara. *J. Ornithol.* 159, 315–336. <https://doi.org/10.1007/s10336-017-1506-z>
- Camina, A. (2012): Bat fatalities at wind farms in northern Spain – lessons to be learned. *Acta Chiropterologica* 14(1): 205-212
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J.A., Benítez, J.R., Lobón, M., Donázar, J.A., 2009. Large scale risk-assessment of wind farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biol. Conserv.* 142, 2954–2961. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.07.027>
- Collins J. & Jones G. 2009. Differences in bat activity in relation to bat detector height: implications for bat surveys at proposed windfarm sites. *Acta Chiropterol.*, 11(2): 343-350.
- Cornelis N, Strehler-Perrin C, Balsiger L *et al.*, (2016). Évaluation des impacts résiduels cumulés des éoliennes du Jura vaudois et des régions limitrophes sur la faune ailée.
- Cornut, J. & S. Vincent (2010a): Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. GCRA & LPO Drôme, 42 pages
- Cornut, J. & S. Vincent (2010b): Suivi de la mortalité de chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. *Le Bièvre* 24: 51-57. Disponible sur : <http://coraregion.free.fr/images/bievre/bievre24.pdf>
- Cryan P.M. Gorrens P.M. Hein C.D. Schirmacher M.R. Diehl R.H. Huso M.M. Hayman D.T.S. Fricker P.D. Bonaccorso F.J. Johnson D.H. Hesit. H. & Dalton D.C. 2014. Behavior of bats at wind turbines. *PNAS*. doi: 10.1073/pnas.1406672111
- De Lucas M *et al.*, (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance.
- Dechmann, D.K.N., Wikelski, M., Ellis-Soto, D., Safi, K. & O'Mara, M.T. (2017) Determinants of spring migration departure decision in a bat. *Biology letters*, 13, 20170395.
- Devereux, C, Denny M. & Whittingham M. J. (2008), Minimal effects of wind turbines on the distribution of wintering farmland birds. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1689–1694.
- 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) - Evaluation 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 p.
- Duriez, O., Pilard, P., Saulnier, N., Bouzin, M., Besnard, A., 2017. Actes du Séminaire Eolien et Biodiversité-Artigues-près-Bordeaux. 21 et 22 novembre 2017. Page 49. Impact des mortalités additionnelles induites par les collisions avec les éoliennes pour la viabilité des populations de Faucons crécerellette.

- 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
- 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>
- 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.
- European Commission, 2010. EU Guidance on wind energy development in accordance with the EU nature legislation.
- Faggio G., Jolin C., Groupe Ornithologique de Corse (2003). Suivi ornithologique du parc éolien d'Ersa-Rogliano (Haute-Corse). Rapport final. (p. 101, fr)
- 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., Medellín, 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. Office national de la chasse et de la faune sauvage/LPO. 120 p.
- Gelman, A., Pardoe, I., 2006. Bayesian measures of explained variance and pooling in multilevel (hierarchical) models. — *Technometrics* 48: 241–251.
- Georgiakakis, P. Kret E. Cárcamo B. Doutau B. Kafkaletou-Diez A. Vasilakis D. & Papadatou E. 2012. Bat fatalities at wind farms in north-eastern Greece. *Acta Chiropterologica* 14 (2): 459-468.
- Gerell-Lundberg K. & Gerell R. 1994. The mating behaviour of the pipistrelle and the Nathusius' pipistrelle (Chiroptera) - A comparison. *Folia Zoologica* 43 (4): 315-324.
- Grindal, S.D. & R.M. Brigham (1998): Short-term effects of small-scale habitat disturbance on activity by insectivorous bats. *J. Wildl. Manage* 62 (3): 996–1003.
- Grodsky, S.M., M.J. Behr, A. Gendler, D. Drake, B.D. Dieterle, R.J. Rudd & N.L. Walrath (2011): Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammalogy* 92(5): 917–925.
- Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016. – Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de Chiroptères, Version 2 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 17 pages.
- Grünkorn, T., A. Diederichs, B. Stahl, D. Dörte & G. Nehls (2005): Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. 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 utilisation of higher altitudes in summer. *Z. Säugetierk.*, 66(2) : 144-154.
- Hötter H., Tomsen KM. & Jeromin H., (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources : the example of birds and bats ; Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation, Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen, 65 p.
- Hötter, H. (2017). Birds of Prey and Wind Farms : Analysis of Problems and Possible Solutions.
- 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).
- Kañuch 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
- Körner-Nievergelt, F., P. Körner-Nievergelt, O. Behr, I. Niermann, R. Brinkmann & B. Hellriegel (2011): A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildl. Biology* 17 (4): 350-363
- Kronwitter F. 1988. Population structure, habitat use and activity patterns of the Noctule bat, *Nyctalus noctula* Schreb., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae) revealed by radio-tracking. *Myotis*, 26: 23 -85.
- Krijgsveld KL *et al.*, (2009). Collision risk of birds with modern large wind turbines. (p10).
- Krüger T, Garthe S (2001). Flight altitudes of coastal birds in relation to wind direction and speed. (p14).
- Kunz, T.H., Arnett E.B., Erickson W.P., Hoar A.R., Johnson G.D., Larkin R.P., Strickland M.D., R.W. Thresher & M.D. Tuttle (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs and hypotheses. *Frontiers in Ecology* 5: 315-324.
- Lagrange, H., E. Roussel, A.-L. Ughetto, F. Melki, G. Steinmetz & C. Kerbirou (2011): Chirotech, A Multi-Factorial Mitigation process to reduce Bat fatalities at wind energy facilities. In: Hutson A.M., P.H.C. Lina (eds.): XII European Bat Research Symposium - Programme, abstract, list of participants: 33.
- Lagrange, H., P. Rico, Y. Bas, A.-L. Ughetto, F. Melki & C. Kerbirou (2013): Mitigating bat fatalities from wind-power plants through targeted curtailment: results from 4 years of testing of CHIROTECH®. Presentation at the CWE in Stockholm 5-7 February 2013 and at the 16th International Bat Research Conference, Costa Rica.
- Le Campion T. & Dubos T. 2017. Etude la migration des chauves-souris en Bretagne 2013-2016 : rapport final mai 2017. G.M.B., 52 p.
- Lebreton, J.-D. *et al.*, 1992. Modelling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. — *Ecol. Monogr.* 62: 67-118.
- Lehnert, L.S., Kramer-Schadt, S., Schönborn, S., Lindecke, O., Niermann, I. & Voigt, C.C. (2014) Wind farm facilities in Germany kill noctule bats from near and far. *PLoS ONE*, 9, e103106.
- Limpens H.J.G.A. Boonman, M. Körner-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.
- Marques A.T., Santos C.D., Hanssen F., Muñoz A.R., Onrubia A., Wileski M., Moreira F., Palmeirim J.M., Silva J.P., (2020). Wind turbines cause functional habitat loss for migratory soaring birds. *J Anim Ecol.* 2020;89:93-103.
- 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 Colorado. *Ir. Nat. J.* 23(1).
- McClure, C.J.W., Rolek, B.W., Dunn, L., McCabe, J.D., Martinson, L., Katzner, T., 2021. Eagle fatalities are reduced by automated curtailment of wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 58, 446-452. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13831>
- 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/esisd_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.
- Pearce-Higgins J., Stephen L., Langston R., Bainbridge I., & Bullman R., (2009). The distribution of breeding birds around upland wind farms. *J. Appl. Ecol.* 46(6): 1323- 1331. Doi: 10.1111/j.1365-2664.2009.01715.x.
- Pearce-Higgins, J., Stephen, L., Douse, A., Langston, R., (2012). Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: Results of a multi-site and multi-species analysis. *Journal of Applied Ecology* 49. <https://doi.org/10.2307/41433362>
- Péron, G., J.E. Hines, J.D. Nichols, W.L. Kendall, K.A. Peters & D.S. Mizrahi (2013) Estimation of bird and bat mortality at wind-power farms with superpopulation models. *Journal of Applied Ecology* 50(4): 902-911.
- Pollock, R. 2007. Recommended formulas for adjusting fatality rates. California guidelines for reducing impacts to birds and bats from wind energy development. Final commission report. C. E. C. a. C. D. o. F. a. Game. — California Energy Commission, Renewables Committee, and Energy Facilities Siting Divisions, and California Dept of Fish and Game, Resources Management and Policy Division, pp. 117–118.
- Powlesland, R.G., 2009. Impacts of wind farms on birds: a review, Science for conservation. Pub. Team, Dept. of Conservation, Wellington, N.Z.
- Pratz J-L., (2010). Suivi ornithologique et chiroptérologique des parcs éoliens de Beauce - Premiers résultats 2006-2009. Loiret Nature Environnement, Eure-et-Loir Nature, Greet Ingénierie, ADEME, DIREN-centre, Conseil régional.
- 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.
- Refoyo Román, P., Olmedo Salinas, C., Muñoz Araújo, B., 2020. Assessing the effect of wind farms in fauna with a mathematical model. *Sci Rep* 10, 14785. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71758-5>
- 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
- Roux D., Tran M., & Gay N., (2013). Suivi des oiseaux et des chiroptères sur un parc éolien. Comportement et mortalité à Bollène (84) entre 2009 et 2012. *Faune sauvage* 298: 10-16.
- 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, A., Kyed Larsen, J., Pettersson, J., Green, M., 2012. The effect of wind power on birds and bats - A synthesis. Swedish Environmental Protection Agency (Naturvårdsverket), Stockholm.
- 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.
- Schaub, T., Klaassen, R.H.G., Bouten, W., Schlaich, A.E., Koks, B.J., 2020. Collision risk of Montagu's Harriers *Circus pygargus* with wind turbines derived from high-resolution GPS tracking. *Ibis* 162, 520–534. <https://doi.org/10.1111/ibi.12788>
- 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.

- Serrano, D., Margalida, A., Pérez-García, J.M., Juste, J., Traba, J., Valera, F., Carrete, M., Aihartza, J., Real, J., Mañosa, S., Flaquer, C., Garin, I., Morales, M.B., Alcalde, J.T., Arroyo, B., Sánchez-Zapata, J.A., Blanco, G., Negro, J.J., Tella, J.L., Ibañez, C., Tellería, J.L., Hiraldo, F., Donázar, J.A., 2020. Renewables in Spain threaten biodiversity. *Science* 370, 1282–1283. <https://doi.org/10.1126/science.abf6509>
- 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.
- Welcker, J., Liesenjohann, M., Blew, J., Nehls, G., Grünkorn, T., 2017. Nocturnal migrants do not incur higher collision risk at wind turbines than diurnally active species. *Ibis* 159, 366–373. <https://doi.org/10.1111/ibi.12456>
- 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).
- Zwart, M.C., Dunn, J.C., McGowan, P.J.K., Whittingham, M.J., 2016. Wind farm noise suppresses territorial defense behavior in a songbird. *BEHECO* 27, 101–108. <https://doi.org/10.1093/beheco/arv128>

Annexe 4 : Calendrier du suivi mortalité (2025)

Date	Heure début	Heure fin	T. début (°C)	T. fin (°C)	CN (%)	Pluie	Vent
13/03/2025	07:30	12:00	1	7	50	averses	moyen à fort
20/03/2025	08:45	13:15	9	16	70	absente	moyen à fort
25/03/2025	08:45	12:30	9	11	100	absente	moyen à fort
01/04/2025	12:30	14:30	13	16	0	absente	moyen à fort
09/04/2025	07:30	09:30	5	9	0	absente	moyen à fort
17/04/2025	08:45	10:45	9	11	100	absente	absent
24/04/2025	09:00	12:45	12	17	100	absente	absent
28/04/2025	09:30	12:00	11	19	0	absente	absent
07/05/2025	10:30	13:15	13	17	100	absente	moyen à fort
14/05/2025	09:00	12:51	14	20	0	absente	absent
20/05/2025	10:20	14:52	13	19	30	absente	absent
26/05/2025	09:14	13:03	13	14	90	absente	faible
02/06/2025	09:00	12:46	12	18	30	absente	faible
11/06/2025	07:28	10:58	13	19	10	absente	faible
17/06/2025	07:44	10:54	13	19	10	absente	absent
23/06/2025	08:16	11:18	17	18	100	absente	faible
03/07/2025	10:40	13:06	19	22	0	absente	faible
08/07/2025	09:16	12:07	16	20	50	absente	faible
16/07/2025	09:06	11:22	19	21	90	absente	faible
24/07/2025	08:35	12:52	15	19	60	absente	faible
30/07/2025	08:32	12:55	17	22	70	absente	moyen à fort
05/08/2025	07:40	12:00	13	21	20	absente	faible
11/08/2025	08:30	13:40	19	31	90	absente	faible
18/08/2025	08:10	12:20	18	21	100	absente	faible
26/08/2025	08:15	12:15	16	20	100	absente	faible
03/09/2025	08:30	11:45	17	20	100	averses	moyen à fort
11/09/2025	08:30	11:45	13	15	80	bruine	faible
18/09/2025	08:30	11:40	14	17	100	bruine	faible
23/09/2025	08:30	11:40	9	14	40	absente	faible
02/10/2025	08:30	11:50	8	16	30	absente	faible
08/10/2025	08:35	11:05	11	16	80	absente	faible
14/10/2025	08:30	12:10	11	15	40	absente	moyen à fort
22/10/2025	08:30	11:45	10	14	100	absente	absent
07/11/2025	08:30	11:50	12	14	90	averses	faible
12/11/2025	08:50	12:05	14	16	90	absente	moyen à fort

T : température ; CN : couverture nuageuse.

Annexe 5 : Cas de collision avec l’avifaune recensés en France et en Europe (d’après Dürr, 2025)

Ordre	France	Europe
Passeriformes	2 213	6 520
Accipitriformes	694	5 653
Falconiformes	532	1 204
Apodiformes	496	836
Columbiformes	436	1018
Charadriiformes	415	3175
Galliformes	349	897
Inconnu	58	69
Anseriformes	32	636
Strigiformes	31	144
Pelecaniformes	15	169
Piciformes	14	36
Suliformes	13	33
Gruiformes	7	107
Coraciiformes	6	17
Ciconiiformes	5	189
Bucerotiformes	4	13
Podicipediformes	2	5
Cuculiformes	1	19
Gaviiformes	0	1
Psittaciformes	0	1
Caprimulgiformes	0	3
Procellariiformes	0	3
Pterocliiformes	0	6

Annexe 6 : Niveaux de sensibilité au risque de collision pour l’avifaune

Nom vernaculaire	Nom latin	Nombre de cas de mortalité recensés en Europe (Dürr, 26/02/2025)	Nombre d'individus nicheurs en Europe (BirdLife 2021, estimation la plus fiable)	Niveau de sensibilité (collision)
Vautour fauve	<i>Gyps fulvus</i>	1 969	75 700	4
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>	910	70 300	4
Pygargue à queue blanche	<i>Haliaeetus albicilla</i>	574	24 500	4
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	1 283	2 070 000	3
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	1 203	1 130 000	3
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	928	991 000	3
Faucon crécerellette	<i>Falco naumanni</i>	149	73 400	3
Héron garde-bœufs	<i>Bubulcus ibis</i>	103	164 000	3
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	89	174 000	3
Circaète Jean-le-Blanc	<i>Circaetus gallicus</i>	75	24 600	3
Balbusard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>	71	23 000	3
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	48	41 300	3
Aigle botté	<i>Hieraetus pennatus</i>	47	52 100	3
Grand-duc d'Europe	<i>Bubo bubo</i>	46	45 900	3
Vautour percnoptère	<i>Neophron percnopterus</i>	34	7 100	3
Aigle royal	<i>Aquila chrysaetos</i>	28	22 100	3
Vautour moine	<i>Aegypius monachus</i>	12	6 100	3
Aigle de Bonelli	<i>Aquila fasciata</i>	4	2 300	3
Elanion blanc	<i>Elanus caeruleus</i>	4	3 800	3
Aigle impérial	<i>Aquila heliaca</i>	4	4 800	3
Gypaète barbu	<i>Gypaetus barbatus</i>	3	1 500	3
Outarde houbara	<i>Chlamydotis undulata</i>	1	620	3
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	787	3 380 000	2
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	409	3 200 000	2
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	372	781 000	2
Lagopède des saules	<i>Lagopus lagopus</i>	214	3 230 000	2
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	210	2 820 000	2
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	201	433 000	2
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	179	530 000	2
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	169	1 120 000	2
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	123	915 000	2
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	91	196 000	2
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	88	380 000	2
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	49	289 000	2
Goéland pontique	<i>Larus cachinnans</i>	49	303 000	2

Nom vernaculaire	Nom latin	Nombre de cas de mortalité recensés en Europe (Dürr, 26/02/2025)	Nombre d'individus nicheurs en Europe (BirdLife 2021, estimation la plus fiable)	Niveau de sensibilité (collision)
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	49	342 000	2
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	47	583 000	2
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	37	362 000	2
Cygne tuberculé	<i>Cygnus olor</i>	35	199 000	2
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	35	239 000	2
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	30	139 000	2
Sterne caugek	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	27	258 000	2
Autour des palombes	<i>Accipiter gentilis</i>	19	291 000	2
Aigle pomarin	<i>Clanga pomarina</i>	18	39 700	2
Ædicnème criard	<i>Burhinus oedecnemus</i>	16	152 000	2
Sterne naine	<i>Sternula albifrons</i>	15	81 600	2
Martinet pâle	<i>Apus pallidus</i>	15	230 000	2
Buse pattue	<i>Buteo lagopus</i>	13	81 400	2
Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	12	124 000	2
Mouette mélanocéphale	<i>Ichthyiaetus melanocephalus</i>	12	160 000	2
Cigogne noire	<i>Ciconia nigra</i>	10	25 400	2
Cygne chanteur	<i>Cygnus cygnus</i>	10	82 000	2
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	8	95 300	2
Ganga cata	<i>Pterocles alchata</i>	4	16 600	2
Outarde barbuie	<i>Otis tarda</i>	4	38 300	2
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>	4	59 200	2
Pouillot à grands sourcils	<i>Phylloscopus inornatus</i>	3	49 000	2
Cygne de Bewick	<i>Cygnus columbianus</i>	2	14 600	2
Ganga unibande	<i>Pterocles orientalis</i>	2	24 300	2
Oie des neiges	<i>Anser caerulescens</i>	1	4 500	2
Sirli de Dupont	<i>Chersophilus duponti</i>	1	4 700	2
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	792	41 700 000	1
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	552	106000000	1
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	519	12 100 000	1
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	516	48 400 000	1
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	397	33 000 000	1
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	393	27 500 000	1
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	386	69 900 000	1
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	249	37 400 000	1
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	209	6 410 000	1
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	202	11 700 000	1
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	197	20 800 000	1
Cochevis de Thékla	<i>Galerida theklae</i>	187	4 380 000	1

Nom vernaculaire	Nom latin	Nombre de cas de mortalité recensés en Europe (Dürr, 26/02/2025)	Nombre d'individus nicheurs en Europe (BirdLife 2021, estimation la plus fiable)	Niveau de sensibilité (collision)
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	172	6 010 000	1
Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	118	19 600 000	1
Goéland cendré	<i>Larus canus</i>	91	2 250 000	1
Alouette calandre	<i>Melanocorypha calandra</i>	75	2 750 000	1
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	51	6 900 000	1
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	47	1 960 000	1
Fauvette passerinette	<i>Sylvia cantillans</i>	45	8 490 000	1
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	41	1 700 000	1
Oie cendrée	<i>Anser anser</i>	36	866 000	1
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	36	6 560 000	1
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>	34	788 000	1
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	34	2 590 000	1
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	32	926 000	1
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	31	3 820 000	1
Grand Corbeau	<i>Corvus corax</i>	29	1 720 000	1
Huîtrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	28	598 000	1
Martinet à ventre blanc	<i>Tachymarptis melba</i>	28	960 000	1
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	27	947 000	1
Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>	26	2 980 000	1
Eider à duvet	<i>Somateria mollissima</i>	18	1 410 000	1
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	18	1 750 000	1
Gallinule poule-d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	18	2 150 000	1
Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	14	470 000	1
Grand Tétrás	<i>Tetrao urogallus</i>	14	2 110 000	1
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>	13	1 520 000	1
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	12	1 240 000	1
Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>	10	438 000	1
Bernache nonnette	<i>Branta leucopsis</i>	9	939 000	1
Pouillot ibérique	<i>Phylloscopus ibericus</i>	9	1 190 000	1
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	9	1 560 000	1
Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i>	9	1 660 000	1
Pipit maritime	<i>Anthus petrosus</i>	8	433 000	1
Oie des moissons	<i>Anser fabalis</i>	8	534 000	1
Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>	8	596 000	1
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	7	146 000	1
Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>	7	215 000	1
Hirondelle de rochers	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	7	562 000	1
Canard siffleur	<i>Mareca penelope</i>	7	574 000	1

Nom vernaculaire	Nom latin	Nombre de cas de mortalité recensés en Europe (Dürr, 26/02/2025)	Nombre d'individus nicheurs en Europe (BirdLife 2021, estimation la plus fiable)	Niveau de sensibilité (collision)
Canard chipeau	<i>Mareca strepera</i>	6	202 000	1
Coucou geai	<i>Clamator glandarius</i>	6	301 000	1
Butor étoilé	<i>Botaurus stellaris</i>	5	174 000	1
Pie-grièche grise	<i>Lanius excubitor</i>	5	175 000	1
Fauvette à lunettes	<i>Sylvia conspicillata</i>	5	535 000	1
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	5	903 000	1
Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>	4	300 000	1
Fauvette orphée	<i>Sylvia hortensis</i>	4	349 000	1
Tournepieuvre à collier	<i>Arenaria interpres</i>	3	61 400	1
Crave à bec rouge	<i>Pyrhrocorax pyrrhocorax</i>	3	120 000	1
Canard souchet	<i>Spatula clypeata</i>	3	339 000	1
Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	3	500 000	1
Mouette pygmée	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	2	88 900	1
Monticole de roche	<i>Monticola saxatilis</i>	2	310 000	1
Glaréole à collier	<i>Glareola pratincola</i>	1	23 800	1
Pélican blanc	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	1	27 400	1
Fuligule nyroca	<i>Aythya nyroca</i>	1	28 600	1
Spatule blanche	<i>Platalea leucorodia</i>	1	29 000	1
Guignard d'Eurasie	<i>Charadrius morinellus</i>	1	31 300	1
Goéland d'Audouin	<i>Ichthyaetus audouinii</i>	1	36 300	1
Bernache du Canada	<i>Branta canadensis</i>	1	44 700	1
Tadorne casarca	<i>Tadorna ferruginea</i>	1	46 500	1
Gravelot à collier interrompu	<i>Anarhynchus alexandrinus</i>	1	46 600	1
Bécassine sourde	<i>Lymnocryptes minimus</i>	1	51 100	1
Macreuse noire	<i>Melanitta nigra</i>	1	56 500	1
Nette rousse	<i>Netta rufina</i>	1	82 000	1
Pluvier argenté	<i>Pluvialis squatarola</i>	1	95 100	1
Grande Aigrette	<i>Ardea alba</i>	1	102 000	1
Plongeon catmarin	<i>Gavia stellata</i>	1	115 000	1
Fuligule milouinan	<i>Aythya marila</i>	1	128 000	1
Bihoreau gris	<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	137 000	1
Rollier d'Europe	<i>Coracias garrulus</i>	1	138 000	1
Faucon kobez	<i>Falco vespertinus</i>	1	140 000	1
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	1	158 000	1
Harle huppé	<i>Mergus serrator</i>	1	198 000	1

Annexe 7 : Cas de collision avec des chiroptères recensés en France et en Europe (d'après Dürr, 2025)

Espèces	Europe	France
Pipistrelle commune	3 643	2 133
Pipistrelle de Nathusius	1 878	441
Noctule commune	1 794	281
Chiroptère sp.	1 165	503
Pipistrelle sp.	940	471
Noctule de Leisler	855	267
Pipistrelle de Kuhl	696	440
Pipistrelle pygmée	539	207
Pipistrelle commune / pygmée	409	40
Vespère de Savi	353	59
Sérotine bicolore	223	11
Sérotine commune	173	79
Sérotine Isabelline	120	0
Sérotine commune / Isabelline	115	0
Molosse de Cestoni	89	3
Sérotine de Nilsson	46	0
Grande Noctule	41	10
Noctule sp.	31	10
Oreillard gris	16	7
Minioptère de Schreibers	14	8
Murin de Daubenton	13	3
Murin sp.	11	2
Grand Murin	9	5
Oreillard roux	9	1
Murin à moustaches	8	4
Barbastelle d'Europe	8	6
Petit Murin	7	1
Murin à oreilles échancrées	7	4
Murin de Natterer	6	3
Murin des marais	3	0
Murin de Bechstein	2	2
Murin de Brandt	2	0
Oreillard sp.	2	2
Grand Rhinolophe	2	1
Sérotine sp.	1	0
Rhinolophe de Mehely	1	0
Rhinolophe sp.	1	0

Annexe 8 : Notes de risque chiroptères

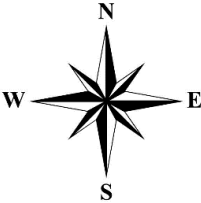
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statuts de protection	Statuts Listes rouges (UICN)			Note de risque
		Directive Habitats	Monde	Europe	France	
Rhinolophe de Mehely**	<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Annexe II & IV	VU	VU	CR = 5	3*
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Annexe II & IV	NT	NT	VU = 4	3*
Murin de Capaccini	<i>Myotis capaccinii</i>	Annexe II & IV	VU	VU	NT = 3	1,5
Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>	Annexe II & IV	NT	VU	LC = 2	1
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus</i>	Annexe II & IV	LC	NT	LC = 2	1,5*
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>	Annexe II & IV	NT	VU	NT = 3	2*
Petit Murin	<i>Myotis blythii</i>	Annexe II & IV	LC	NT	NT = 3	2*
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Annexe IV	LC	LC	NT = 3	3,5
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Annexe IV	LC	LC	VU = 4	4
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Annexe IV	LC	LC	NT = 3	3,5
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Annexe II & IV	LC	LC	LC = 2	1
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	Annexe IV	LC	LC	NT = 3	3
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Annexe II & IV	NT	VU	LC = 2	1,5*
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>	Annexe IV	LC	LC	DD = 1	1,5
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Annexe IV	LC	LC	NT = 3	3
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2	2,5
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	Annexe IV	DD	NT	LC = 2	1
Murin de Brandt	<i>Myotis brandtii</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2	1,5
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2	2
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	Annexe II & IV	LC	LC	LC = 2	1,5*
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	Annexe II & IV	LC	LC	LC = 2	1,5*
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2	1,5
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2	1,5
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2	3
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Annexe IV	LC	LC	NT = 3	3,5
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2	3
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	Annexe IV	NT	NT	LC = 2	1,5
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	Annexe IV	LC	LC	LC = 2	2
Murin d'Escalera	Myotis escaleraei	NE	NE	/	VU = 4	2*
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Annexe IV	NT	DD	VU = 4	3*
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrobullaris</i>	Annexe IV	LC	NT	VU = 4	2
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	Annexe IV	LC	LC	DD = 1	2
Murin des marais**	<i>Myotis dasycneme</i>	Annexe II & IV	NT	NT	EN=5	3*
DD : Données insuffisantes ; LC : Préoccupation mineure ; NT : Quasi menacée ; VU : Vulnérable ; EN : En danger ; CR : En danger critique d'extinction ; NA : Non applicable						Note calculée par ENCIS sur la base de la SFEPM 2015 avec la mise à jour de la mortalité de DURR : mise à jour le 05/03/2025
* Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection						
** Espèce faisant partie de la liste des vertébrés protégés menacés d'extinction et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département (Arrêté di 9 juillet 1999)						
						* : surclassement possible localement pour les espèces forestières si implantation en forêt, et les espèces fortement grégaires (proximité d'importantes nurseries ou de sites d'hibernation majeurs)

Annexe 9 : Surfaces prospectées par éolienne et par sortie lors du suivi de la mortalité

Sortie	Date	Surface prospectée / éolienne (m²)						Total
		1	2	3	4	5	6	
1	13/03/2025	14 400	14 400	12 604	14 032	13 469	14 001	82 906
2	13/03/2025	14 400	14 400	12 604	14 032	13 469	14 001	82 906
3	25/03/2025	14 400	4 292	10 215	14 032	6 006	5 112	54 057
4	01/04/2025	14 400	2 546	2 520	7 888	2 370	2 339	32 063
5	09/04/2025	14 400	2 546	6 705	4 262	2 370	2 339	32 622
6	17/04/2025	2 245	2 546	6 705	4 262	2 370	2 384	20 512
7	24/04/2025	14 400	2 093	14 400	3 247	1 542	2 153	37 835
8	28/04/2025	14 400	2 093	12 604	4 262	2 370	2 294	38 023
9	07/05/2025	14 400	2 093	5 582	2 759	1 605	2 153	23 010
10	14/05/2025	14 100	2 093	8 445	3 003	1 542	2 153	31 336
11	20/05/2018	14 100	2 093	10 667	3 003	1 542	2 153	33 558
12	26/05/2025	14 100	2 093	10 667	3 003	1 542	2 153	33 558
13	02/06/2025	14 100	2 093	10 667	3 003	1 542	2 153	33 558
14	11/06/2025	7 911	2 093	11 753	3 003	1 542	2 153	28 455
15	17/06/2025	5 427	2 093	10 211	3 003	1 542	2 153	24 429
16	23/06/2025	4 216	2 093	11 228	3 003	1 542	2 153	24 235
17	03/07/2025	2 784	2 093	12 552	3 003	1 542	2 153	24 127
18	08/07/2025	2 784	2 093	12 552	3 003	1 542	13 800	35 774
19	16/07/2025	0	2 093	14 100	3 003	14 000	0	33 196
20	24/07/2025	2 000	14 200	9 592	14 200	14 000	14 300	68 292
21	30/07/2025	0	14 200	10 370	14 200	14 000	14 300	67 070
22	05/08/2025	2 000	14 200	8 596	14 200	14 000	0	52 996
23	11/08/2025	6 900	14 200	7 937	14 200	14 000	14 200	71 437
24	18/08/2025	6 900	14 200	5 512	14 200	14 000	14 200	69 012
25	26/08/2025	9 901	14 200	4 771	14 200	14 000	10 110	67 182
26	03/09/2025	9 901	14 200	2 500	14 200	14 000	6 189	60 990
27	11/09/2025	9 901	14 200	2 500	14 200	14 000	2 153	56 954
28	18/09/2025	13 400	14 200	2 500	14 200	14 000	2 153	60 453
29	23/09/2025	13 000	14 200	2 500	14 200	14 000	2 153	60 053
30	02/10/2025	14 200	14 200	2 500	14 200	14 000	2 153	61 253
31	08/10/2025	14 200	14 200	2 500	14 200	14 000	0	59 100
32	14/10/2025	14 200	14 200	2 500	14 200	14 000	2 153	61 253
33	22/10/2025	14 200	10 950	2 500	14 200	14 000	2 153	58 003
34	07/11/2025	14 200	6 200	2 500	14 200	14 000	2 153	53 253
35	12/11/2025	14 200	4 200	2 500	14 200	14 000	2 153	51 253
Moyenne sur l'ensemble du suivi		10 173	7 825	7 735	9 314	8 499	4 809	48 135
Proportion (%)		70,65	54,34	53,71	64,68	59,02	33,40	55,71

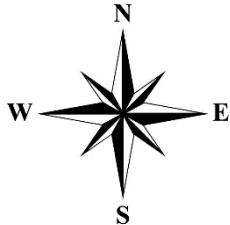
Annexe 10 : Fiches de saisie standardisées de la mortalité

Mouette mélanocéphale (20/03/2025)

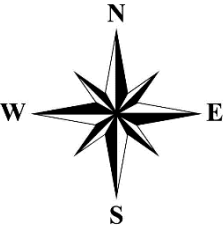
FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 1 – MORTALITÉ AVIFAUNE		
Nom du parc éolien : Le Ménéec		
Point	N° 1	Photos 
Date	20/03/2025	
Heure	08:45	
Nom du découvreur	Corentin GOISLOT	
Localisation		
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte		
Latitude	48,19755361	
Longitude	-2,784218641	
Numéro de l'éolienne la plus proche	E6	
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m)	96	
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche	N	
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur)	Chemin d'accès	
N° de photos	20250320_LE_MENEC_E6_O1	
Description et identification		
Taille de l'oiseau (aile déployées)	Aile : 320mm / Bec aux plumes : 34mm / Tarse : 55mm	
Particularités (couleur, forme quelconque)	Adulte : rémiges blanches, dessus gris très clair, bec et pattes rouge foncé, capuchon sombre (descendant sur la nuque)	
Identification (famille, espèce si possible)	Mouette mélanocéphale (<i>Larus melanocephalus</i>)	
État de l'individu : Fragments (tête, ailes, pattes, plumée)		
État du cadavre : Frais (prédaté)		
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...)	Collision avec pale	
Commentaires	Migrateur prénuptial (cadavre découvert en dehors du carré de prospection)	



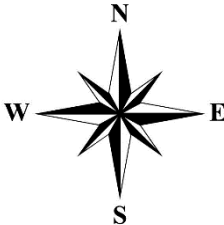
Pigeon ramier (25/03/2025)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 2 – MORTALITÉ AVIFAUNE		
Nom du parc éolien : Le Ménéec		
Point	N° 2	Photos 
Date	25/03/2025	
Heure	11:40	
Nom du découvreur	Corentin GOISLOT	
Localisation		
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte		
Latitude	48,19912329	
Longitude	-2,816385039	
Numéro de l'éolienne la plus proche	E1	
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m)	65	
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche	NW	
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur)	Labour	
N° de photos	20250325_LE_MENEC_E1_O2	
Description et identification		
Taille de l'oiseau (aile déployées)	Indéterminé	
Particularités (couleur, forme quelconque)	RAS	
Identification (famille, espèce si possible)	Pigeon ramier (<i>Columba palumbus</i>)	
État de l'individu : Fragment (aile gauche)		
État du cadavre : Sec (prédaté)		
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...)	Collision avec pale	
Commentaires	Migrateur prénuptial (groupe de plusieurs dizaines d'individus en halte sur la parcelle)	

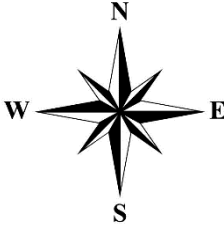
Bergeronnette grise (17/04/2025)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 3 – MORTALITÉ AVIFAUNE			
Nom du parc éolien : Le Ménéec			
Point	N° 3	Photos	
Date	17/04/2025		
Heure	10:10		
Nom du découvreur	Corentin GOISLOT		
Localisation			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte			
Latitude	48,19395		
Longitude	-2,816956673		
Numéro de l'éolienne la plus proche	E2		
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m)	11		
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche	NW		
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur)	Plateforme		
N° de photos	20250417_LE_MENEC_E2_O3		
Description et identification			
Taille de l'oiseau (aile déployées)	Aile : 90mm / Tarse : 24mm		
Particularités (couleur, forme quelconque)	Entièrement noir, blanc et gris ; longue et étroite queue noir et blanc ; barres allaires et bordure des rémiges tertiaires blancs		
Identification (famille, espèce si possible)	Bergeronnette grise (<i>Motacilla alba</i>)		
État de l'individu : Fragment (aile gauche)			
État du cadavre : Sec (prédaté)			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...)	Collision avec pale		
Commentaires	Espèce fréquemment contactée sur les plateformes, peut utiliser les éléments des éoliennes pour nicher		

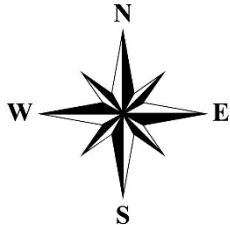
Pipistrelle commune (26/08/2025)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 4 – MORTALITÉ CHIROPTERE		
Nom du parc éolien : Le Ménéec		
Point	N° 4	Photos 
Date	26/08/2025	
Heure	08:47	
Nom du découvreur	Valentine FUGERE	
Localisation		
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte		
Latitude	48,193622	
Longitude	-2,817488699	
Numéro de l'éolienne la plus proche	E2	
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m)	54	
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche	SO	
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur)	Terre déchaumée	
N° de photos	20250826_LE_MENEC_E2_C1	
Description et identification		
Taille de l'individu (aile déployées)	AB = 30,5 ; D3 = 53 ; D5 = 39	
Particularités (couleur, forme quelconque)	RAS	
Identification (famille, espèce si possible)	Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	
État de l'individu Mort		
État du cadavre : Décomposé		
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...)	Collision avec pale	
Commentaires	Corps déchiqueté en très mauvais état. Tête abîmée avec os de la mâchoire visible. Petit trou dans le patagium droit près du coude.	

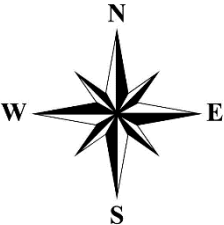
Pipistrelle commune (26/08/2025)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 5 – MORTALITÉ CHIROPTERE		
Nom du parc éolien : Le Ménéce		
Point	N° 5	Photos 
Date	26/08/2025	
Heure	10:06	
Nom du découvreur	Valentine FUGERE	
Localisation		
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte		
Latitude	48,19466838	
Longitude	-2,79624579050801	
Numéro de l'éolienne la plus proche	E5	
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m)	49	
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche	N	
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur)	Plateforme	
N° de photos	20250826_LE_MENEC_E2_C2	
Description et identification		
Taille de l'individu (aile déployées)	AB = 30,6 ; D3 = 56,5 ; D5 = 40,5	
Particularités (couleur, forme quelconque)	RAS	
Identification (famille, espèce si possible)	Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	
État de l'individu Mort		
État du cadavre : Frais		
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...)	Collision avec pale	
Commentaires	Grande balafre déchirant le buste et le ventre. Sang n'ayant pas encore coagulé. Organes sortant de la plaie.	

Roitelet triple-bandeau (22/10/2025)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 6 – MORTALITÉ AVIFAUNE		
Nom du parc éolien : Le Ménéec		
Point	N° 6	Photos
Date	22/10/2025	
Heure	08:47	
Nom du découvreur	Valentine FUGERE	
Localisation		
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte		
Latitude	48,1936485965013	
Longitude	-2,8178020439559	
Numéro de l'éolienne la plus proche	E2	
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m)	71,5	
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche	O	
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur)	Prairie	
N° de photos	20250826_LE_MENEC_E2_04	
Description et identification		
Taille de l'individu (aile déployées)	Non mesurée	
Particularités (couleur, forme quelconque)	RAS	
Identification (famille, espèce si possible)	Roitelet triple-bandeau (<i>Regulus ignicapilla</i>)	
État de l'individu Mort		
État du cadavre : Décomposé		
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...)	Collision avec pale	
Commentaires	Décomposé de l'intérieur, yeux absents	

Pipistrelle commune (22/10/2025)

FICHE TERRAIN STANDARDISÉE 7 – MORTALITÉ CHIROPTERE		
Nom du parc éolien : Le Ménéec		
Point	N° 7	Photos 
Date	22/10/2025	
Heure	08:47	
Nom du découvreur	Valentine FUGERE	
Localisation		
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte		
Latitude	48,193658685031	
Longitude	-2,8178020439559	
Numéro de l'éolienne la plus proche	E2	
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m)	69	
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche	O	
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur)	Prairie	
N° de photos	20251022_LE_MENEC_E2_C3	
Description et identification		
Taille de l'individu (aile déployées)	AB = 31 ; D3 = 54 ; D5 = 37,5	
Particularités (couleur, forme quelconque)	RAS	
Identification (famille, espèce si possible)	Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	
État de l'individu Mort		
État du cadavre : Décomposé		
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...)	Collision avec pale	
Commentaires	Cadavre détrempé, cage thoracique ouverte. Chair détrempée, décomposée et à vif. Mauvais état général. Mais ailes assez facilement dépliables	