



SAS LHI SolarWind WP
Lion 2570

Parc éolien de Lion-en-Beauce

Commune de Lion-en-Beauce,
Centre-Val de Loire (45)
7 mars 2025

**Suivi de mortalité de
l'avifaune et des
chiroptères / Suivi de
l'activité des
chiroptères en
hauteur / Suivi de
l'activité de l'avifaune
notamment des
busards**



Information sur le document

Citation recommandée	Biotope, 2025 – Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères / Suivi de l'activité des chiroptères en hauteur / Suivi de l'activité de l'avifaune notamment des busards - Parc éolien de Lion-en-Beauce - Commune de Lion-en-Beauce, Centre-Val de Loire (45) - SAS LHI SolarWind WP Lion 2570 - 129 p.		
Nom de fichier	LionEnBeauce2024_MortaGlobal_CroiseAcoustiq_Biotope_V3.docx		
N° de contrat	2024281		
Date de démarrage de la mission	16/02/2024		
Maître d'ouvrage	SAS LHI SolarWind WP Lion 2570		
Interlocuteur	Patrice DESCOTIS <i>Responsable de projets exploitation</i>	Contact : patrice.descotis@aboenergy.com	
Biotope, Responsable du projet	Franck LETERME (FLE) <i>Chargé d'études - Faune</i>	Contact : fleterme@biotope.fr	
Biotope, Rédaction de l'étude	Sophie LAURENT (SLA) <i>Chargé d'études - Faune</i>	Contact : slaurent@biotope.fr	
Biotope, Contrôleur qualité	Nicolas CARENTON (NCA) <i>Chef de projet Biostatistiques</i>	Contact : ncarenton@biotope.fr	
Version 1	Rédacteur : FLE – 21/01/2025	Contrôle qualité : NCA – 03/02/2025	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none"> ● Création du document.
Version 2	Rédacteur : FLE – 11/03/2025	-	Description des modifications apportées au document : Prise en compte des commentaires/modifications.

Biotope est signataire de la « [Charte d'Engagement des Bureaux d'Études dans le domaine de l'évaluation environnementale](#) ».

Sauf mention contraire explicite, toutes les photos du rapport ont été prises sur site par le personnel de Biotope dans le cadre des prospections de terrain.

Avant-propos

Le parc éolien de Lion-en-Beauce (Loiret) a été mis en service en 2021.

La société SAS LHI SolarWind WP Lion 2570 a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien en 2024, pour la réalisation d'une étude des chiroptères en nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018), ainsi que pour la réalisation d'un suivi « rapaces ».

A noter que BIOTOPE avait déjà réalisé un suivi durant les années 2022 (premier suivi mortalité réalisé depuis la mise en service du parc), une étude des chiroptères en nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018) ainsi que le suivi des habitats naturels. Au regard des résultats obtenus en 2022 lors du suivi mortalité, un impact significatif du parc sur les oiseaux et sur les chiroptères avait été retenu. Un renforcement du bridage a donc été réalisé dans le but notamment de prendre en compte le paramètre de « garde basse » des éoliennes installées mais également dans le but de réduire l'impact du parc sur les Noctules communes.

Afin d'évaluer la mesure de bridage, un suivi a également été réalisé entre le 1^{er} avril et le 31 octobre 2023, au rythme d'un passage par semaine du 4 avril au 22 mai puis du 4 septembre au 23 octobre 2023 et de deux passages par semaine du 29 mai au 30 août 2023. Au regard des résultats obtenus en 2023 lors du suivi mortalité, un impact significatif du parc sur les oiseaux et sur les chiroptères avait été retenu. Un nouveau renforcement du bridage a alors été préconisé dans le but notamment de prendre en compte le paramètre de « garde basse » des éoliennes installées mais également dans le but de réduire l'impact du parc sur les Noctules communes.

Dans le but d'évaluer la nouvelle mesure de bridage, le suivi 2024 s'est déroulé entre le 29 avril et le 21 octobre 2024, au rythme d'un passage par semaine du 29 avril au 27 mai puis du 2 septembre au 21 octobre 2024, et de deux passages par semaine du 3 juin au 30 août 2024.

Pour rappel, l'étude d'impact date de 2019 (inventaires de terrain en 2016).

Le présent document présente les résultats des suivis réalisés en 2024 par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ce suivi est d'estimer les taux de mortalité des chauves-souris et des oiseaux, liés à l'exploitation du parc éolien de Lion-en-Beauce, vérifier et évaluer l'efficacité de la nouvelle mesure de bridage sur la mortalité des chauves-souris couplés à un suivi en altitude de l'activité chiroptérologique (évaluer l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle afin de mieux évaluer le risque d'impact par collision ou barotraumatisme sur ce groupe).

Au regard des éléments fournis (volet faune de l'étude d'impact, suivis mortalités 2022 et 2023) et des échanges réalisés pour la réalisation de l'offre commerciale, un protocole adapté, issu du document validé par le Ministère « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens », fixant les modalités à suivre, notamment pour la réalisation d'un suivi de mortalité, a été mis en œuvre.

À noter que la révision du document « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » est paru en mars 2018 fixant les modalités à suivre, notamment pour la réalisation d'un suivi de mortalité. Ainsi, le protocole réalisé dans le cadre de cette étude et le rapport qui en découle tiennent compte des évolutions du protocole national.



Sommaire

1	Contexte de l'étude et aspects méthodologiques	6
1.1	Contexte – présentation du parc et données historiques	6
1.1.1	Présentation du parc	6
1.1.2	Rappel des enjeux de l'étude d'impact	7
1.1.3	Rappel des suivis ICPE antérieurs	9
1.2	Méthodologie appliquée	11
1.2.1	Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	11
1.2.2	Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées	11
1.2.3	Conditions de réalisation du suivi de mortalité et des suivis de l'activité de l'avifaune et des chiroptères	27
1.2.4	Équipe de travail	31
2	Synthèse et analyse des résultats	32
2.1	Résultat du suivi de l'activité de l'avifaune notamment des busards	32
2.1.1	Résultats bruts pour l'ensemble des rapaces observés en 2024	32
2.1.2	Analyse des résultats de 2024	35
2.1.3	Synthèse du suivi rapaces nicheurs en 2024	36
2.2	Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur	38
2.2.1	Espèces contactées	38
2.2.2	Abondance relative	39
2.2.3	Évaluation de l'activité en hauteur	40
2.2.4	Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur	43
2.2.5	Comparaison avec les suivis de l'activité des chiroptères antérieures	48
2.2.6	Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques	51
2.2.7	Synthèse de l'activité des chiroptères en hauteur	56
2.3	Résultats du suivi de mortalité	58
2.3.1	Résultats bruts	58
2.3.2	Analyse des résultats	67
2.3.3	Comparaison avec les suivis de mortalité antérieurs	77
2.3.4	Synthèse du suivi de mortalité	81
2.4	Facteurs d'impact et mesures mises en place	83
2.4.1	Analyse croisée avec l'étude d'impact	83
2.4.2	Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères	87
2.4.3	Évaluation de l'efficacité du bridage chiroptère en fonctionnement	92
2.4.4	Suivi du comportement des oiseaux	95
2.4.5	Autres facteurs d'impact	95
3	Mesures correctives et conclusion	96
3.1	Mesures correctives	96
3.1.1	Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique	96
3.1.2	Reconduction du suivi « rapaces »	96
3.1.3	Suivi post implantation	97
3.1.4	Poursuite de l'entretien rigoureux des plateformes	97
3.2	Conclusions	98
4	Bibliographie	100

5	Annexes	103
	Annexe I : Tableau récapitulatif des observations de cadavres lors du suivi mortalité 2024	103
	Annexe II : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL	104
	Annexe III : Liste des oiseaux observés lors du suivi rapaces réalisé entre fin avril et début juillet 2024	116
	Annexe IV : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité	117
	Annexe V : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale	118
	Annexe VI : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques	119
	Annexe VII : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%	120
	Annexe VIII : Détails sur la méthodologie, les résultats et les biais concernant les référentiels mortalité Biotope	121
6	Index des tableaux, cartes et figures	124

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.1 Contexte – présentation du parc et données historiques

1.1.1 Présentation du parc

Le parc éolien de Lion-en-Beauce se situe dans le département du Loiret (45) en région Centre - Val de Loire. Il est localisé à environ 34 km au nord d'Orléans et à 54 km au sud-est de Chartres.

Le parc, mis en service fin 2021, comprend 3 éoliennes modèle GAMESA G114 de 2,625 MW de puissance unitaire. Ces éoliennes ont une hauteur de moyeu de 80 m et disposent d'un rotor de 114 m de diamètre impliquant une faible garde au sol (23 m).

Les machines ont été soumises à un bridage pour la première fois depuis le 15 juillet 2022, selon les modalités de l'arrêté d'autorisation.

Le parc de Lion-en-Beauce est implanté au sein d'une plaine agricole présentant de vastes étendues de cultures céréalières, oléagineuses (colza) et protéagineuses (pois, féverolle, lupin), avec également de la betterave sucrière, et de la pomme de terre.



Eolienne E01



Eolienne E02



Eolienne E03

Photographie des éoliennes du parc

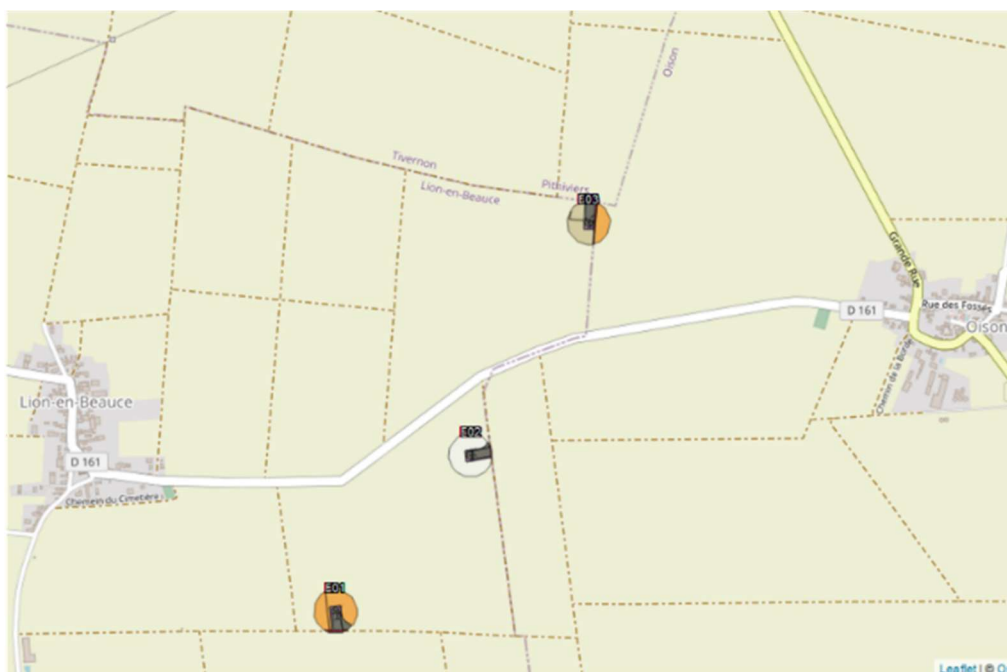


Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Lion-en-Beauce (de bas en haut, E01, E02 et E03)

1.1.2 Rappel des enjeux de l'étude d'impact

L'objectif de cette partie est de résumer et de faire ressortir les espèces à enjeux identifiées lors de l'étude d'impact du projet éolien réalisée en 2019 afin de les comparer avec les résultats des suivis post-implantations réalisés en 2024.

1.1.2.1 Présentation de l'aire d'étude initiale et des techniques employées

Pour la partie « oiseaux », le Bureau d'étude a mené des inventaires de terrain aux différentes périodes biologiques : hivernage, migration pré-nuptiale, nidification et migration post-nuptiale. Ces inventaires ont été effectués selon des méthodes de transects et de points d'observations fixes. Ces passages viennent compléter les données issues de la bibliographie.

Pour les chauves-souris, des nuits d'écoutes au sol et des points d'écoutes en altitude via un ballon captif ont été effectuées durant les périodes de transit automnaux et printaniers, ainsi que durant la mise-bas. Ces nuits d'écoutes ont été complétées par des recherches de gîtes d'estivage dans les boisements et infrastructures aux alentours du site. Là encore, une analyse bibliographique a été effectuée en amont des inventaires de terrain. On notera également que des écoutes en continu via un mât de mesures ont été réalisées du 28 mars au 30 octobre 2018.

1.1.2.2 Intérêts du site et de ses abords pour les oiseaux, définis par l'étude d'impact

Les visites spécifiques lors de l'étude d'impact et la base de données ont permis de dresser une liste de 48 espèces d'oiseaux sur le site du projet éolien de Lion-en-Beauce. Certaines de ces espèces sont nicheuses, d'autres ont été observées ponctuellement, en migration, en hivernage ou de passage, ou utilisant le site en période de dispersion post-nuptiale ou pour l'alimentation.

Parmi les espèces observées sur le site de Lion-en-Beauce, au moins 9 espèces sont considérées comme nicheuses. Il s'agit pour la plupart d'espèces nichant au sol dans les cultures céréalières, les autres espèces utilisent les pylônes ou fourrés présent sur ou à proximité de l'aire d'étude.

Le Faucon crécerelle et l'Œdicnème criard présentent un niveau d'enjeu assez fort en raison du caractère reproducteur de ces espèces sur le site. Le Busard Saint-Martin utilise le site pour l'alimentation ou le déplacement et présente un niveau d'enjeu modéré. La nidification de plusieurs autres espèces menacées (dont le Bruant des roseaux, « en danger » sur la liste rouge nationale) utilisant des milieux de substitution pour leur reproduction est plus anecdotique.

En période de migration prénuptiale et postnuptiale, l'intérêt de la zone d'étude apparaît limité. Un enjeu modéré est identifié pour deux espèces de rapaces : le Busard Saint-Martin et le Faucon crécerelle.

L'hivernage est classique des milieux agricoles. Un rassemblement conséquent de Pluviers dorés, espèce hivernante emblématique a été identifié. Cette espèce présente un enjeu modéré de conservation. Il en est de même pour le Busard Saint-Martin et le Faucon crécerelle à cette période de l'année.

D'après FERRY & FROCHOT, 1970, "la composition et la structure d'un peuplement d'oiseaux sont moins influencés par les diversités floristiques que par la physionomie d'une formation végétale, sa stratification et son recouvrement, en un mot, sa complexité". En effet, il est possible d'affirmer que la destruction du bocage sur le secteur d'étude a fortement influencé la distribution du peuplement d'oiseaux.

Les principaux impacts du projet sur l'avifaune identifiés par l'étude d'impact sont la perte d'habitats par destruction du milieu, la diminution des effectifs d'oiseaux nicheurs et des bandes en stationnement migratoire ou en hivernage, la désertion de la zone par effet épouvantail des éoliennes, la modification des axes migratoires (effet barrière) et les collisions directes avec les éoliennes.

1.1.2.3 Intérêts du site et de ses abords pour les chiroptères, définis par l'étude d'impact

Au total, 15 espèces de chiroptères ont été inventoriées au cours des investigations de terrain. Parmi elles, 7 sont considérées comme des espèces patrimoniales : la Barbastelle d'Europe, le Murin à moustaches, le Murin de Bechstein, le Murin de Daubenton, la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius. Les autres espèces sont l'Oreillard gris, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle pygmée, le Murin à oreilles échancrées, le Grand murin, le Murin de Natterer et la Sérotine commune.

Les Pipistrelles commune et de Nathusius, ainsi que les Noctules commune et de Leisler présentent un niveau d'enjeu fort par rapport au parc. La Pipistrelle de Kuhl et la Sérotine commune présentent quant à elles un niveau d'enjeu modéré. Les autres espèces contactées présentent un enjeu faible à très faible.

Les principaux impacts du projet sur les chiroptères sont la perte ou perturbation d'habitat d'alimentation et d'axe de déplacement et les collisions directes avec les éoliennes.

1.1.3 Rappel des suivis ICPE antérieurs

Précédemment, 2 suivis mortalités, 2 suivis de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères ainsi qu'1 suivi des habitats naturels ont été réalisés au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce en 2022 et 2023. Le tableau suivant synthétise les actions menées par année ainsi que les principaux résultats obtenus.

Tableau 1 : Historique des suivis ICPE réalisés sur le parc de Lion-en-Beauce depuis sa mise en service (fin 2021)

Année de suivi	Type de suivi	Périodes couvertes par le suivi	Détail	Bridage du parc et paramètres initiaux		Résultats des suivis		Mortalité significative ?	Mesures correctives
2022	Suivi de la mortalité selon le protocole national	18 mai au 26 octobre 2022, soit 24 passages hebdomadaires (S20 à S43)	2 tests de prédation et 2 tests d'efficacité	Mise en place du bridage le 15 juillet 2022 (bridage prévu du 15 juillet au 31 octobre)	<ul style="list-style-type: none">- Seuil de température : > à 13°C- Seuil de vent : < à 6 m/s- 30 min avant le coucher du soleil jusqu'à 2 heures du matin- Ensemble des éoliennes du parc	Suivi mortalité (données brutes de cadavres) : 12 oiseaux et 13 chauves-souris	Estimations de mortalité (selon HUSO) : 42 oiseaux et 45 chauves-souris pour l'ensemble du parc sur la période de suivi	<ul style="list-style-type: none">- Mortalité significative pour les oiseaux- Mortalité significative pour les chauves-souris	Modifications des paramètres de bridage du parc devant être effectives en 2023 : <ul style="list-style-type: none">- Du 1^{er} mai au 31 octobre- Seuil de température : > à 13°C- Seuil de vent : < à 6,5 m/s- 30 min avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil- Ensemble des éoliennes du parc
	Suivi de l'activité acoustique en altitude des chiroptères	Suivi en continu du 20 mai (S20) au 31 octobre 2022 (S43), soit 165 nuits d'écoutes complètes et consécutives.	Dispositif SM4BAT installé sur la nacelle de l'éolienne E01 à 80 m d'altitude			605 minutes positives soit une moyenne de 3,7 minutes positives par nuit (activité jugée moyenne) 4 espèces contactées avec dominance de la Noctule commune Pic d'activité en août			
2023	Suivi de la mortalité selon le protocole national	4 avril au 23 octobre 2023, avec un rythme d'un passage par semaine du 4 avril au 22 mai, puis du 4 septembre au 23 octobre ; et avec un rythme de deux passages par semaine entre le 29 mai et le 30 août 2023 ; soit un total de 44 passages	2 tests de prédation et 3 tests d'efficacité	Mise en place du bridage le 1 ^{er} mai 2023 (bridage prévu du 1 ^{er} mai au 31 octobre)	<ul style="list-style-type: none">- Seuil de température : > à 13°C- Seuil de vent : < à 6,5 m/s du 01/05 au 31/10- 30 min avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil- Ensemble des éoliennes du parc	Suivi mortalité (données brutes de cadavres) : 11 oiseaux et 7 chauves-souris	Estimations de mortalité (selon HUSO) : 51 oiseaux et 32 chauves-souris pour l'ensemble du parc sur la période de suivi	<ul style="list-style-type: none">- Mortalité significative pour les oiseaux- Mortalité significative pour les chauves-souris	Modifications des paramètres de bridage du parc devant être effectives en 2024 : <ul style="list-style-type: none">- Du 1^{er} mai au 31 octobre- Seuil de température : > à 13°C- Seuil de vent : < à 6,5 m/s du 1^{er} mai au 15 juillet- < à 7 m/s du 16 juillet au 30 septembre

Année de suivi	Type de suivi	Périodes couvertes par le suivi	Détail	Bridage du parc et paramètres initiaux		Résultats des suivis	Mortalité significative ?	Mesures correctives
	Suivi de l'activité acoustique en altitude des chiroptères	Suivi en continu du 1 ^{er} avril au 31 octobre 2023, soit 214 nuits d'écoutes complètes et consécutives. Toutefois, une panne du micro n'a pas permis d'avoir de données après le 12/08. Il en résulte que le suivi en continu a été réalisé sur 133 nuits.	Dispositif SM4BAT installé sur la nacelle de l'éolienne E01 à 80 m d'altitude			133 minutes positives (enregistrées sur la période du 1 ^{er} mai au 11 août, panne matérielle du 12/08 au 31/10/2023) soit une moyenne de 1,5 minutes positives par nuit (activité jugée faible) 5 espèces contactées avec dominance de la Noctule commune Pic d'activité en août		< à 6 m/s du 1 ^{er} octobre au 31 octobre - 30 min avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil - Ensemble des éoliennes du parc

1.2 Méthodologie appliquée

1.2.1 Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national

1.2.1.1 Arrêté ministériel d'août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 et protocole national

L'arrêté du 22 juin 2020 modifie l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation selon la rubrique 2980 de la législation sur les installations classées pour la protection de l'environnement. L'article 12 de l'arrêté de 2011 est remplacé par de nouvelles dispositions. Les différents intitulés et dispositions des arrêtés sont précisément décrits dans l'Annexe 2.

Un protocole national cadrant les objectifs et modalités de suivi des parcs éoliens en exploitation a été rédigé en 2015 puis mis à jour début 2018.

La présente étude vient répondre aux obligations induites par le protocole national ainsi que par l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.

1.2.1.2 Méthodes et pressions d'inventaire attendues à l'échelle nationale

Le protocole national précise que le suivi de mortalité sera constitué d'au minimum 20 visites réparties entre les semaines 20 et 43 en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site (Annexe 5, Figure 53). Pour le nombre d'éoliennes à surveiller, il recommande de suivre toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes ou moins, et pour les parcs de plus de 8 éoliennes, appliquer la formule suivante : $8 + (\text{nombre d'éoliennes} - 8) / 2$.

La collecte de données implique de prospecter une surface-échantillon définie, généralement un carré de 100 m de côté ou un cercle couvrant au moins un rayon égal à la longueur des pales avec un minimum de 50 m (Annexe 5, Figure 54). La méthode de recherche consiste en des transects à pied avec des espacements dépendants du couvert végétal. Les résultats sont soumis à des tests de correction, y compris un test d'efficacité de recherche et un test de persistance des cadavres.

L'analyse des résultats comprend la compilation des données brutes, l'évaluation de l'impact du parc et de l'efficacité des mesures, une analyse qualitative par éolienne, des croisements avec d'autres données, et la justification des mesures correctives proportionnelles. Il vise également à estimer la mortalité pour des comparaisons objectives, en utilisant des formules de calcul standardisées. Utiliser au moins 3 formules de calcul des estimateurs standardisés dont Huso (2010) obligatoirement, avec précision de l'intervalle de confiance de l'estimation.

1.2.2 Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées

Ce chapitre décrit la méthodologie mise en œuvre dans le cadre de l'étude réalisée sur le parc éolien de Lion-en-Beauce. Il présente par ailleurs en détail les principales données collectées et analyses réalisées.

1.2.2.1 Principe de l'estimation de mortalité : méthodes, calculs et des incertitudes

L'objectif de ce suivi est de proposer une estimation de la mortalité « réelle » des chauves-souris et des oiseaux, au sein du parc. Le protocole national révisé en 2018 demande de préciser les incertitudes de l'estimation de la mortalité.

1.2.2.1.1. Principe de l'estimation de mortalité et formules utilisées

Les suivis de mortalité par recherche de cadavres au sol représentent actuellement la technique la plus régulièrement mise en œuvre. Toutefois, cette technique est soumise à de nombreux biais (capacités de détection de l'observateur, taux de disparition des cadavres par prédation/décomposition, activités agricoles du travail du sol) qui requièrent la définition de coefficients correcteurs à différentes périodes de l'année, sous peine de rendre potentiellement inexploitable les données issues du suivi de mortalité.

Dans le cadre de ce travail et conformément aux directives du protocole national, nous réaliserons les différentes analyses permettant d'estimer indépendamment la mortalité pour les chiroptères et les oiseaux, suivant les formules de : **Erickson et al., 2000 / Huso, 2010 / Korner-Nievergelt et al. 2011**.

1.2.2.1.2. Détermination des coefficients correcteurs

Pour déterminer les deux coefficients correcteurs que sont le **coefficient de persistance (s)** et le **coefficient d'efficacité de recherche (f)**, deux tests doivent faire l'objet d'une mise en œuvre précise :

- **Les tests de persistance** permettent de mesurer la vitesse de disparition des cadavres (prédation, charbonnage, décomposition des cadavres) et donc le temps de persistance des cadavres une fois au sol. Ce facteur peut fortement varier dans le temps et l'espace. Les causes de disparition peuvent être multiples, soit par prélèvement (Renard roux, rapaces, corvidés, etc.) soit par l'action des insectes nécrophages (carabes, mouches, etc.).
- **Les tests d'efficacité des recherches** permettent de prendre en considération les difficultés des observateurs à repérer les cadavres tombés au sol. Ce coefficient est fortement influencé par l'évolution de l'occupation du sol, d'une part, ainsi que par la taille/couleur des cadavres (Barrientos et al., 2018 ; Reyes et al., 2016 ; Smallwood, 2007), d'autre part. Il est également variable en fonction des observateurs (capacités de détection propres, Ponce et al., 2010). Pour limiter l'effet observateur, il est important que les recherches soient, dans la mesure du possible, réalisées par un observateur unique. Ces tests doivent être réalisés au cours du suivi pour permettre d'évaluer la capacité de détection de l'observateur dans un maximum de modalités d'occupation du sol afin de limiter les extrapolations.

La détermination de coefficients correcteurs répétée selon les périodes de l'année constitue le principal élément permettant d'exploiter de façon fiable les résultats des suivis de mortalité par recherche de cadavres. Ces coefficients sont essentiels pour tirer des informations scientifiquement recevables du suivi de mortalité. **En l'absence de coefficients robustes, aucune conclusion ne peut être envisagée quant à la mortalité effective engendrée par le parc éolien.**

Plus d'informations concernant les coefficients correcteurs ainsi que les estimations de mortalités sont disponible en **annexe 6**.

1.2.2.1.3. Méthodes statistiques et incertitudes

- Évaluation du coefficient moyen de persistance des cadavres

Afin d'estimer au mieux le coefficient, nous avons repris la démarche développée dans le package R « carcass » (Korner-Nievergelt et al. 2015), repris également par l'estimateur de Korner-Nievergelt (2011) ou encore « GenEst » (Dalthorp et al. 2018), c'est-à-dire l'utilisation d'un modèle de survie classique pouvant utiliser comparativement quatre lois de distribution possibles parmi : "exponential", "weibull", "lognormal" et "loglogistic". Ces distributions classiques décrivent de manière différente la vitesse à laquelle disparaissent les cadavres au cours du temps. Ainsi, cela permet de s'appuyer sur une de ces distributions pour prédire au plus juste la réalité observée lors des tests de prédation en fonction du type de leurre déployé (mammifères et/ou oiseaux), de la période du test et de l'éolienne. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par AIC (détails en annexe 5). Le modèle sélectionné permet d'estimer les paramètres recherchés avec leurs incertitudes (intervalles de confiance à 95%) et prédites en fonction des facteurs retenus.

- Évaluation du coefficient moyen d'efficacité de recherche

Comme pour le coefficient de prédation, l'efficacité de recherche est calculée en se basant sur une approche de modélisation de l'efficacité de détection. Pour cela, nous utilisons un modèle GLM suivant une loi de distribution binomiale (comprise entre 0 et 1) et en fonction de plusieurs facteurs que sont : le type d'occupation du sol, le pourcentage de recouvrement végétale et la hauteur de végétation. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par AIC. Si le modèle permet de faire un lien direct entre l'efficacité de recherche et la hauteur de végétation, le modèle peut prédire les cas de figures d'occupation du sol qui n'auraient pu être testés. Dans le cas contraire, il est possible de s'appuyer objectivement sur les sorties de modèle pour les situations testées et sur leurs interpolations (situations intermédiaires non testées) pour compléter les types de végétations manquantes (extrapolation en s'appuyant sur le retour de la personne qui a réalisé le suivi et qui peut comparer les situations).

- Évaluation des incertitudes

Une fois que les coefficients correcteurs moyens (s, f et a) sont calculés, une **probabilité globale de détection** c'est-à-dire **$a \times P(s, f)$** est calculée pour chacune des éoliennes pour l'ensemble du suivi selon les trois méthodes d'estimation que sont : Erickson et al. (2000), Huso (2010) et Korner-Nievergelt et al. (2011). Il est alors possible de calculer la mortalité estimée la plus probable par éolienne.

Afin de déterminer les incertitudes des estimations de mortalités par éolienne, nous avons utilisé le théorème de Bayes tel qu'il est également utilisé dans le package R « carcass » (Korner-Nievergelt et al. 2015) et par Korner-Nievergelt (2011). Connaissant le nombre de cadavres trouvés ainsi que la probabilité globale de les détecter (c'est-à-dire les chances réelles de trouver un cadavre selon les différentes méthodes d'estimation), cette méthode permet de déterminer *a posteriori* l'intervalle de confiance à 95% associé.

Ce théorème a également pour avantage de pouvoir donner un intervalle de confiance à 95% même lorsque aucun cadavre n'a pu être détecté. L'intervalle de confiance, dans ce cas, correspond au nombre de cadavres pour lequel l'opérateur avait 95% de chance de ne pas les détecter du fait des différentes contraintes rencontrées au cours du suivi. Cela permet de donner une limite au nombre de collisions maximales non détectables considérant les contraintes de prospection rencontrées durant le suivi. Ainsi, dans tous les cas, il est possible de déterminer une mortalité maximum par éolienne, même en l'absence de découverte de cadavre.

Plus d'informations concernant les coefficients correcteurs ainsi que les méthodes statistiques utilisées sont disponibles en **annexe 6**.

1.2.2.2 Méthode de recherche des cadavres

1.2.2.2.1. Méthode par transects circulaires

Le protocole que nous avons mis en œuvre est adapté d'après Arnett et al. (2009) et Baerwald et al. (2009). **Il s'agit d'une méthode de suivi se basant sur des transects circulaires.** Ce type de transects **cible la zone théorique principale de présence de cadavres** liés à des phénomènes de collision, sous la principale zone de survol par les pales et ses abords.

Ce protocole présente plusieurs avantages :

- Il **optimise la surface échantillonnée** (suivi traditionnel prospectant une surface carrée, sans justification statistique) ;
- Il ne nécessite pas la pose de repères sur le terrain ;
- Il permet de conserver toute la concentration de l'observateur sur la recherche de cadavres sans perte d'attention sur sa position par rapport aux repères/transects.

Les prospections s'effectuent à pied sous les éoliennes et dans un rayon de 60 m autour de chaque éolienne : 13 cercles éloignés de 5 m les uns des autres, en partant du plus éloigné du mât de l'éolienne (60 m), jusqu'au pied de l'éolienne sont alors effectués.

Pour cela, nous avons utilisé un jeu de cordes et mousquetons. La première corde, tendue le plus haut possible autour du mât de l'éolienne, sert de fixation mobile à une seconde corde longue de 60 m et disposant de repères placés tous les 5 m permettant ainsi de tourner autour de l'éolienne tout en gardant un écartement constant entre chaque cercle. Ainsi, 13 cercles de diamètre variable ont été parcourus ainsi qu'un tour au pied de l'éolienne.

Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir 2 655 m de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.

1.2.2.2.2. Données collectées

Le technicien utilise un outil QGIS sur sa tablette Android de terrain pour renseigner à chaque passage l'occupation du sol et les modalités de prospection à la parcelle. Chaque découverte de cadavre est enregistrée par le biais d'un formulaire standard renseigné dans une couche shapefile géolocalisée et tel que défini par le protocole national (2018) grâce à l'outil QGIS embarqué sur tablette. Les photos des cadavres produites par tablette sont associées à chaque enregistrement ainsi généré de la couche shapefile sous QGIS. En complément de ce rapport, cette couche pourra être transmise pour avoir tous les éléments de localisation et de conditions de découverte de chaque cadavre.

1.2.2.2.3. Détermination des cadavres

Les cadavres sont identifiés sur place par des experts ornithologues et chiroptérologues possédant une excellente connaissance de la faune locale. En cas de difficultés d'identification *in situ* (critères non visibles, traumatisme important, état de décomposition), les cadavres seront déterminés en laboratoire (loupes binoculaires), après avoir été conservés congelés. Une autorisation de transport préalable au suivi a été sollicitée auprès des services compétents.

Les ouvrages utilisés, si nécessaire, pour appuyer les déterminations complexes sont présentés en bibliographie.

Pour limiter les risques de modification comportementale des prédateurs (charronnage) et éviter les doubles comptages, tous les cadavres découverts sont replacés simplement en dehors de l'aire de prospection.

1.2.2.3 Mise en comparaison des résultats avec ceux du référentiels mortalité estimée Biotope

Totalisant 158 suivis conformes au protocole national entre 2019 et 2023, sur 104 parcs éoliens (584 éoliennes) et pour un effort de prospection de 22815 recherche.éolienne, le référentiel mortalité Biotope constitue probablement la plus grande base de données compilée sur les suivis mortalité en France.

La compilation de ces nombreuses études, permet une modélisation à plus large échelle (temporelle et spatiale) des différents processus liés à la probabilité globale de détection, telle que la persistance des cadavres ou la capacité de détection de l'observateur. Il permet ainsi une prise en compte fine de la variabilité inter-sites et interannuelle. A travers la modélisation de la distribution des cadavres (densité de cadavre par anneaux concentriques), conjointement avec le calcul de la surface prospectée, le référentiel mortalité Biotope se rapproche de l'approche des DWP (Dalthorp et al., 2022).

A partir de la modélisation de chacun de ces éléments dans un framework bayésien, nous sommes capables de reproduire pour chaque site et chaque année, une réestimation de la mortalité via l'estimateur d'Huso (2010), compte tenu de la

variabilité globale de l'ensemble des suivis. Cette approche permet d'estimer finement la mortalité causée par les éoliennes en corrigeant les différents biais liés à la collecte des données. Plus de détails sur la méthodologie, les résultats et les biais d'interprétation de ce référentiel sont présentés en Annexe 7.

1.2.2.4 Étude de l'activité de l'avifaune

Pour le suivi « rapaces », le protocole utilisé consistait en deux points de deux heures chacun placés de façon à avoir une vue d'ensemble du site. Les oiseaux observés lors des déplacements d'un point à l'autre ont également été notés. Les rapaces pouvant avoir des périodes de vol différentes en fonction des espèces, l'ordre des points variait d'un passage à l'autre. Au total, 8 passages ont été réalisés.

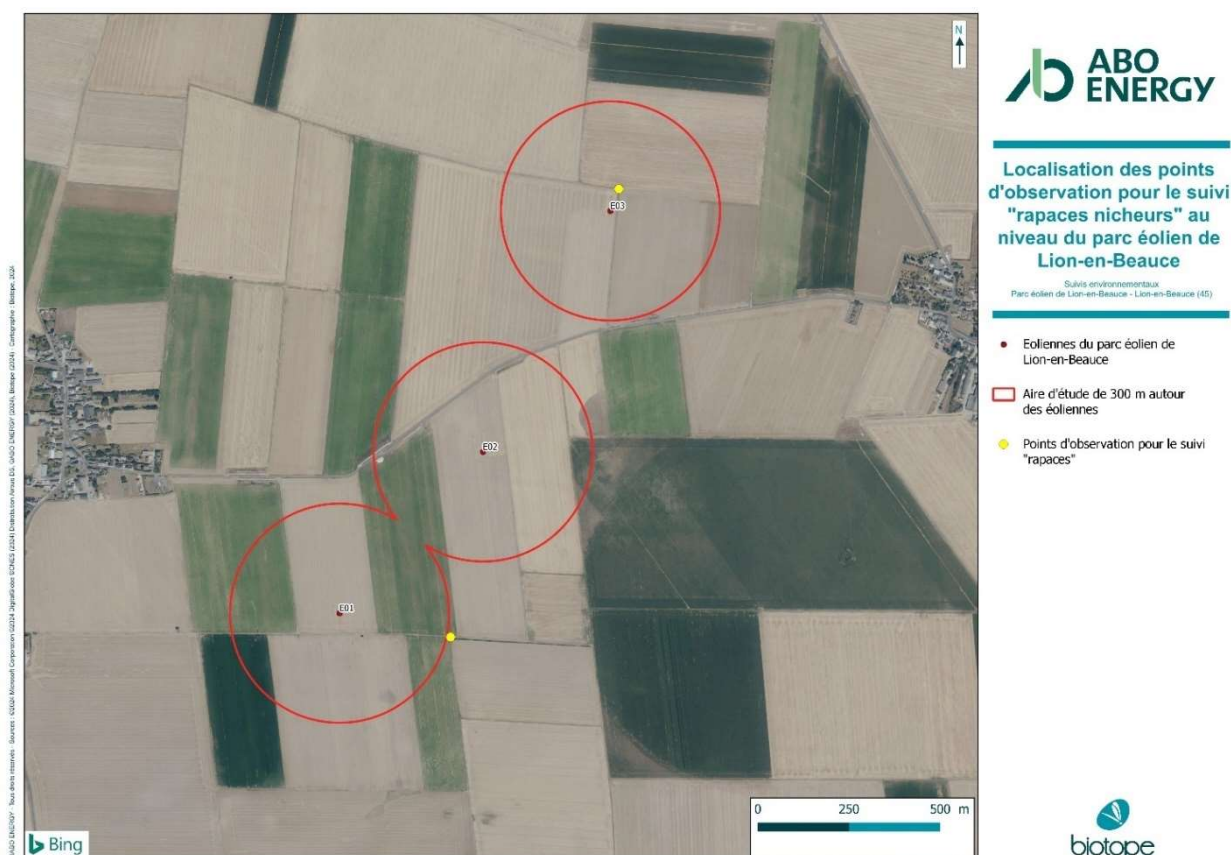
Concernant le repérage des nids de busard, il s'agissait dans un premier temps de repérer les « passages de proies », c'est-à-dire le moment où le mâle ramenait une proie à la femelle couveuse, et de suivre la femelle au moment où elle retournait au nid après avoir consommé la proie. Lorsque la femelle se posait, un axe coupant le nid était alors relevé en prenant le point d'observation et un élément remarquable du paysage (antenne, arbre, clocher, ...) comme points de repère. Au moins un nouvel axe était créé depuis un autre point d'observation, permettant de localiser le nid.

Le matériel utilisé était une paire de jumelles pour repérer les oiseaux et une longue-vue pour confirmer l'observation. Un appareil photo pouvait être utilisé pour confirmer ultérieurement une espèce d'identification délicate (par exemple : femelles de Busard cendré et de Busard St-Martin).

Le suivi de l'activité des rapaces au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce a été réalisé sur une zone tampon de 300 m autour du parc en activité entre fin avril et début juillet 2024.

L'objectif de cette étude est multiple :

- Définir les territoires occupés par les rapaces diurnes dont les busards ;
- Évaluer l'activité des oiseaux en période de nidification vis-à-vis du parc et si des nidifications de busards sont possibles dans un rayon de 300 m autour du parc ;
- Étudier les comportements et déterminer s'il y a un risque ;
- Localiser d'éventuels nids et l'état d'avancement de la nichée.



Carte 1 : Méthodologie appliquée lors du suivi « rapaces » 2024 en période de nidification au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce

1.2.2.1 Étude de l'activité des chiroptères

1.2.2.1.1. Localisation des dispositifs d'écoute

En 2024, comme en lors des deux années de suivis antérieures (2022 et 2023), le dispositif d'acquisition des données chiroptérologiques a été installé sur l'éolienne E01 du parc éolien de Lion-en-Beauce.



Carte 2 : Localisation de l'éolienne équipée d'un enregistreur SMBAT au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce

1.2.2.1.2. Collecte des données

L'étude du comportement des chauves-souris se fait grâce à la détermination de leur indice d'activité basé sur la détection des ultrasons émis par ces animaux pour se repérer et chasser.

Le système utilisé est basé sur un enregistreur d'ultrasons SM4Bat (Wildlife Acoustics) capable d'enregistrer les sons de chauves-souris suivant différent paramètre de déclenchement (cf. Tableau 2).

En 2024, le microphone a été installé sur l'éolienne E01, en nacelle, à 80 m de hauteur.

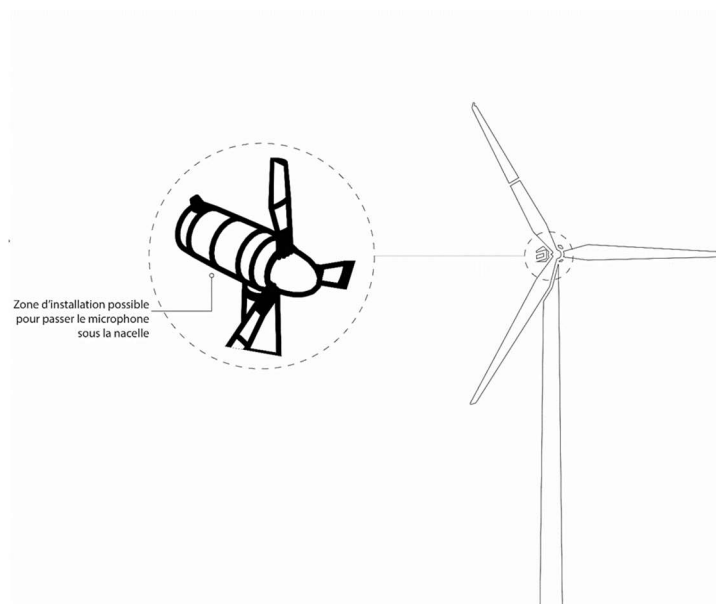


Figure 2 : Localisation de l'implantation du microphone en nacelle. © Biotope

Tableau 2 : Paramétrage de l'enregistreur en hauteur

Paramètres d'enregistrement	SM4BAT
Type de microphone utilisé	SMM-U2
Filtre Pass Haut	Off
Fréquence d'échantillonnage	256 KHz
Fréquence minimale	14 KHz
Fréquence maximale	128 KHz
Durée minimale de déclenchement	1 ms
Niveau du trigger	6 dB
Trigger maximal	5 sec.
Déclenchement avant le coucher du soleil	30 min.
Arrêt après le lever du soleil	30 min.



Photo microphone



Photo enregistreur dans l'éolienne

Microphone et enregistreur SM4Bat installé en nacelle E01 du parc de Lion-en-Beauce

1.2.2.1.2.1. Calendrier des enregistrements

L'activité des chauves-souris en altitude a été analysée durant plus de 6 mois, du 2 mai au 4 novembre 2024. Au total, 186 nuits ont été analysées. Aucune panne ou dysfonctionnement n'a été à déplorer.

Tableau 3 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période

Nombre de nuits exploitables* sur le microphone	
Mai 2024	29
Juin 2024	30
Juillet 2024	31
Août 2024	31
Septembre 2024	30
Octobre 2024	31
Novembre 2024	4
TOTAL	186

* Le terme « exploitable » est utilisé pour définir les nuits où les sons enregistrés ont pu être analysés.

1.2.2.1.2.2. Représentativité des inventaires

Du fait du nombre de nuits d'enregistrement, 186 nuits entre mai et novembre 2024, **ces inventaires peuvent prétendre à l'exhaustivité**. En effet, pour réunir un échantillonnage suffisant, on estime nécessaire une quinzaine de nuits d'enregistrement pour espérer contacter 90 % des espèces (sur une maille de 5x5km – Matutini, 2014). L'étude réalisée en altitude en 2024 atteint ce seuil et peut donc être considérée comme représentative.

Le graphique suivant présente la courbe d'accumulation calculée sur l'éolienne E01. Cette courbe représente le cumul des nouvelles espèces contactées en fonction de l'effort d'échantillonnage. La construction de la courbe prend en compte la saisonnalité. Ici, l'échantillonnage est réparti uniformément entre les mois.

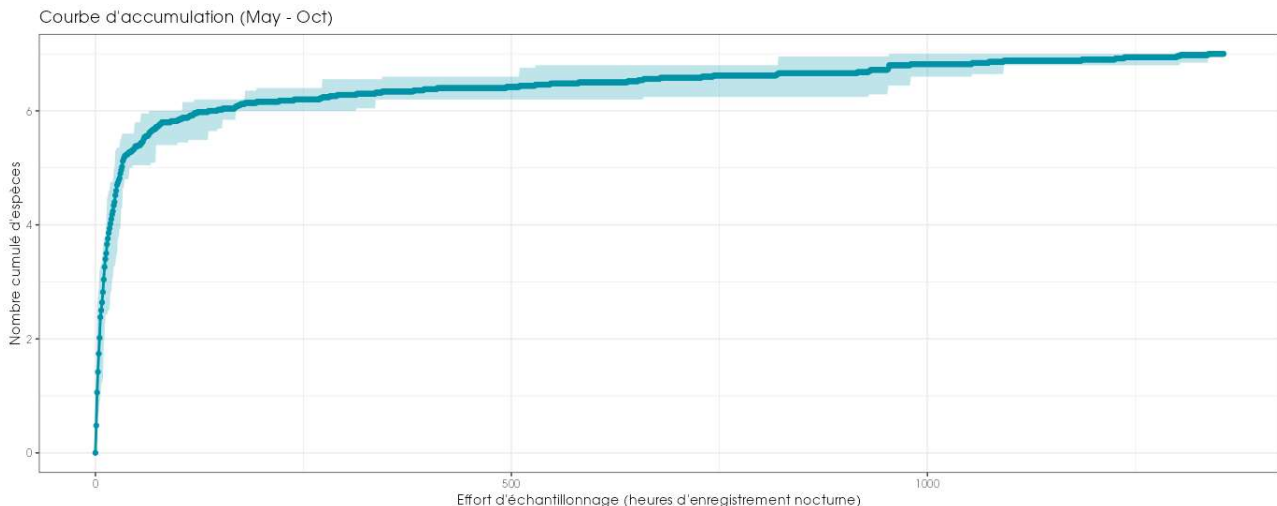


Figure 3 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce

1.2.2.1.3. Analyse des sons et identification des espèces

Le schéma suivant illustre le type de données recueillies lors des inventaires à l'aide d'enregistreurs et les différentes étapes menant à l'identification des espèces de chiroptères présentes sur l'aire d'étude.

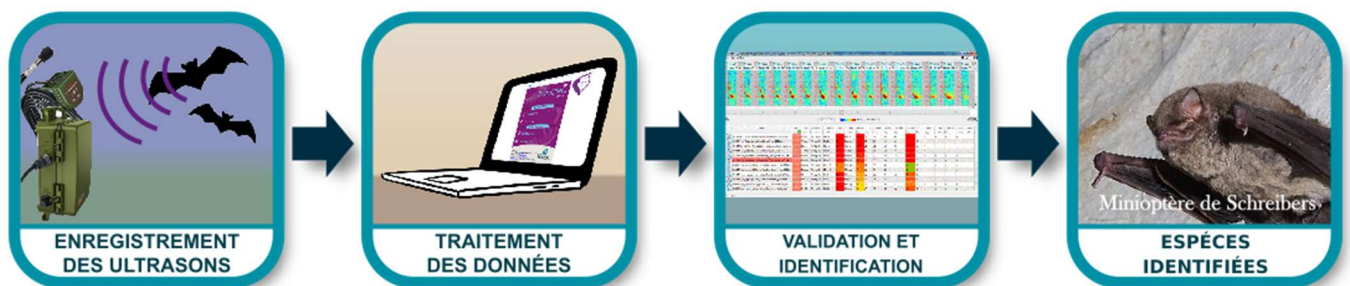


Figure 4 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope

1.2.2.1.4. Détermination automatique du signal et identification des espèces

Chaque espèce a des caractéristiques acoustiques qui lui sont propres. L'analyse des signaux qu'elles émettent permet donc de réaliser des inventaires d'espèces.

L'analyse des données issues de l'enregistreurs s'appuie sur le programme SonoChiro® développé par le département « Recherche & Innovation » de Biotope. Ce programme permet un traitement automatique et rapide d'importants volumes d'enregistrements.

Le programme SonoChiro® inclut :

- Un algorithme de détection et de délimitation des signaux détectés.
- Une mesure automatique, sur chaque cri, de 41 paramètres discriminants (répartition temps/fréquence/amplitude, caractérisation du rythme et ratios signal/bruit).
- Une classification des cris basée sur les mesures d'un large panel de sons de référence.
- Une identification à la séquence de cris, incluant l'espèce la plus probable et un indice de confiance de cette identification. Dans le cas où certaines espèces présentes sont peu différenciables entre elles, les séquences sont alors identifiées au groupe d'espèce également assorties d'un indice de confiance.
- Un algorithme détectant la présence simultanée de deux groupes de cris attribuables à deux espèces aisément différenciables, permettant dans ce cas de proposer une identification supplémentaire de l'espèce passant en arrière-plan.

Ainsi, les enregistrements sont analysés par ordinateur grâce à la suite de logiciel « SonoChiro® », permettant un tri et une pré-identification automatique des contacts réalisés sur la base d'1 contact = 5 secondes de séquence d'une espèce.

1.2.2.1.5. Validation et identification des espèces par un chiroptérologue

Les identifications faites par SonoNat® sont ensuite analysées et contrôlées visuellement (SonoView®) et auditivement (BatSound®, Syrinx). Les logiciels SonoView® et BatSound® permettent d'afficher des sonagrammes (= représentation graphique des ultrasons émis par les chiroptères), d'effectuer des mesures et d'écouter les séquences qui sont ensuite attribuées à l'espèce ou au groupe d'espèces selon la méthode d'identification acoustique de Michel Barataud (Barataud, 2020).

Les critères d'identification sont basés sur les variations de fréquence (entre 10 à 120 kHz), la durée du signal (quelques millisecondes), les variations d'amplitude (puissance du signal) et le rythme.

Dans l'état actuel des connaissances, les méthodes acoustiques permettent d'identifier les 36 espèces françaises. Néanmoins, les cris sonar de certaines espèces sont parfois très proches, voire identiques dans certaines circonstances de vol, c'est pourquoi les déterminations litigieuses sont rassemblées en groupes d'espèces.

Tableau 4 : Identification des espèces de chiroptères

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements très favorables	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements défavorables
Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophe euryale	
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand Rhinolophe	
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	Grands Myotis	
Petit Murin	<i>Myotis blythii</i>		
Murin du Maghreb	<i>Myotis punicus</i>		
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	Petits Myotis
Murin de Brandt	<i>Myotis brandtii</i>	Murin de Brandt	
Murin de Capaccini	<i>Myotis capaccinii</i>	Murin de Capaccini	
Murin à moustache	<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustache	
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	Murin d'Alcathoe	
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées	
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	
Murin d'Escalera	<i>Myotis escaleraei</i>	Murin d'Escalera	
Murin cryptique	<i>Myotis crypticus</i>	Murin cryptique	
Murin des marais	<i>Myotis dasycneme</i>	Murin des marais	
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>	Sérotine de Nilsson	Sérotules
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	Sérotine bicolore	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi	
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	Pipistrelle / Minioptère
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schreibers	
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Kuhl / Nathusius
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	Groupe des oreillards	
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>		
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrotus</i>		
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements très favorables	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements défavorables
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Grande Noctule	Groupe Molosse / Grande Noctule
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	Molosse de Cestoni	

1.2.2.1.6. Évaluation des niveaux d'activité

1.2.2.1.6.1. Unité de mesure de l'activité

Dans la majorité des études qui sont pratiquées jusqu'à maintenant, que ce soit avec un détecteur à main ou un enregistreur automatique en point fixe, les résultats des écoutes sont tous exprimés par une mesure de l'activité en nombre de contacts par unité de temps. Selon les opérateurs et l'appareillage, la définition d'un contact n'est pas très claire, mais correspond à une durée de séquence que l'on pense être proche d'un passage d'un chiroptère, soit de 5 secondes dans le cas des détecteurs à main. Néanmoins, pour pallier les nombreux facteurs de variations de dénombrements liés au matériel (sensibilité du micro, modèle d'enregistreur, trigger, seuils de déclenchements, paramétrages de séquençage des fichiers...) l'unité la plus pratique de dénombrement et montrant une meilleure robustesse de comparaison avec des référentiels correspond à la « minute positive ». Une minute est dite « positive » quand au moins un chiroptère est enregistré au cours de celle-ci. Le nombre de minutes positives peut être considéré globalement ou décliné par espèce.

Dans cette étude, tout contact affiché correspond donc à une minute positive, c'est-à-dire une minute au cours de laquelle une espèce a été contactée. Qu'il y ait un fichier d'enregistrement ou 10 au cours d'une minute, l'incrémentation correspondra à 1.

Les tests statistiques ont montré que les variations liées au matériel étaient moins fortes avec cette méthode. Le dénombrement des « minutes positives » évite des écarts de 1 à 10 en cas de forte activité. En cas de faible activité, les résultats de dénombrement de minutes positives ou de fichiers d'enregistrement sont sensiblement les mêmes. Ce type de dénombrement tend à mesurer une régularité de présence d'une espèce sur un site d'enregistrement et peut donc être formulé en occurrence par heure (rapport du nombre de minutes positives sur la durée totale d'écoute en minute pouvant être exprimé en pourcentage) pour obtenir un indice d'activité. L'intérêt majeur de cette unité de comptage est de pouvoir mêler des données issues de différents matériels et de différents paramétrages de matériel.

Avec cette unité de comptage d'une minute, il n'est pas nécessaire de recourir à des coefficients de correction en lien avec la détectabilité des espèces (Haquart, 2013 ; Haquart, 2015).

1.2.2.1.6.2. Évaluation du niveau d'activité – Référentiel ActiChiro®

Avec cette méthodologie de points d'écoute prolongés sur au moins une nuit complète à l'aide d'appareils enregistreurs de type SMBAT, il fallait un référentiel d'estimation des niveaux d'activité plus objectif que le « dire d'expert ». Ainsi, des analyses statistiques basées sur un important pool de données réelles ont été réalisées par Alexandre Haquart (Biotope) dans le cadre d'un diplôme EPHE. Elles ont abouti à établir en 2013 un référentiel appelé ActiChiro®. Il propose des chiffres objectifs qui permettent d'évaluer le niveau d'activité d'une espèce ou un groupe d'espèces sur un point ou un site donné. Ces chiffres de référence sont exprimés en minutes positives par nuit.

En 2023, le référentiel ActiChiro® a été transformé et son fonctionnement a été repensé afin de disposer de deux référentiels dynamiques, un pour les points d'écoute au sol (ActiChiro-Sol) et un autre pour les suivis en hauteur (ActiChiro-Altitude). Le référentiel ActiChiro-Altitude recueille 111 sites et plus de 35 000 points-nuits, répartis sur l'ensemble de la France et sur les 10 dernières années.

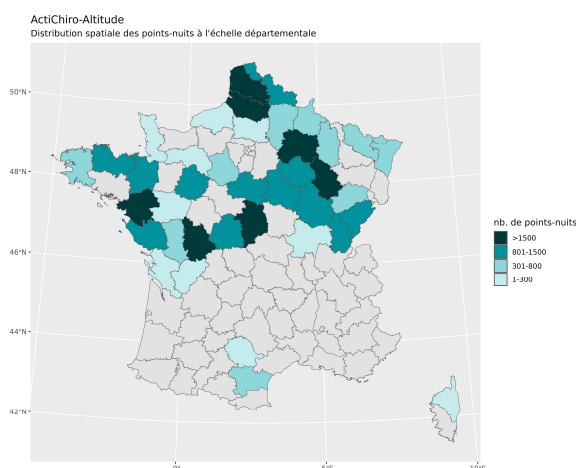


Figure 5 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude

1.2.2.1.6.3. Référentiel ActiChiro® dédié à cette étude

Le nouvel ActiChiro® a été conçu pour être un référentiel dynamique. C'est-à-dire que pour chaque étude, l'emprise spatio-temporelle est adaptée au site d'étude et au type d'analyses réalisées, ce qui permet de comparer les résultats des inventaires à un jeu de données le plus pertinent. **Le nouvel ActiChiro® produit un référentiel dédié pour chaque période de l'étude.** Dans le cadre de cette étude, le référentiel ActiChiro-Altitude prend en compte les variables spatio-temporelles suivantes :

Tableau 5 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude pour l'ensemble de la période de suivi

Pour le suivi sur l'ensemble de l'année	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 30 km autour du centroïde des points d'écoute réalisés dans le cadre de cette étude.
Sélection de l'altitude du référentiel	Hauteur des points d'écoute de 60 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	Période de suivi (2 mai-4 novembre 2024) +/- 15 jours
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude

Sélection temporelle du référentiel

Tableau 6 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude au printemps

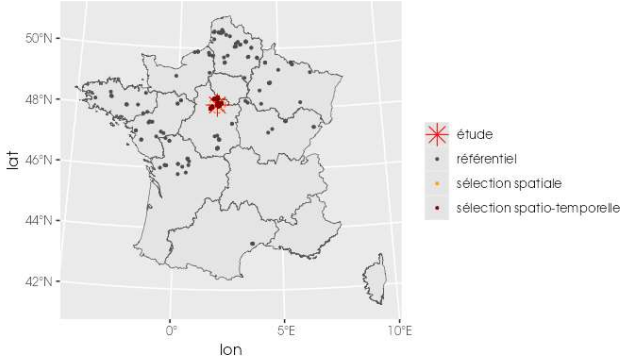
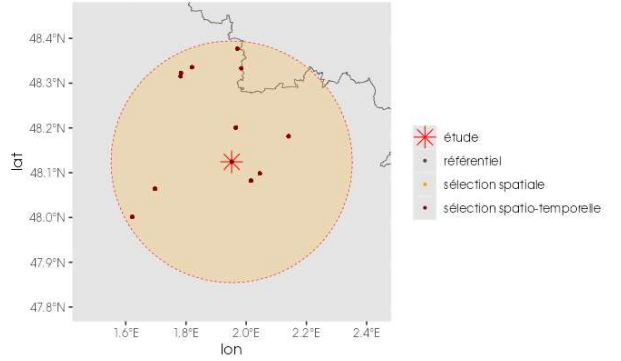
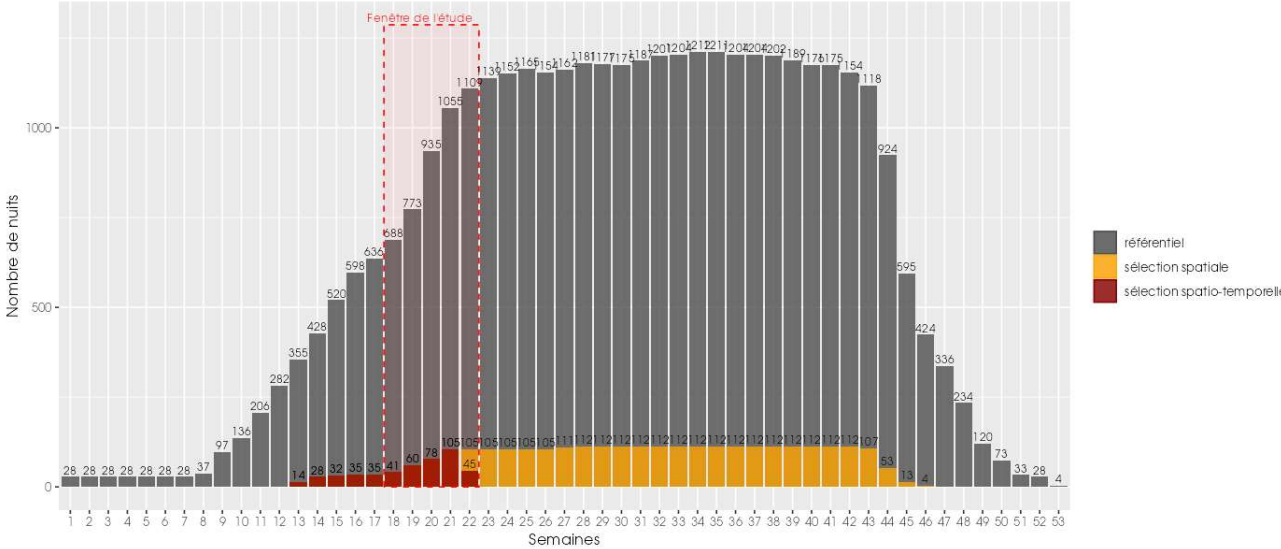
Pour le suivi sur la période printanière (mai)	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 30 km autour du centroïde des points d'écoute réalisés dans le cadre de cette étude.
Sélection de l'altitude du référentiel	Hauteur des points d'écoute de 60 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	Du 1 ^{er} mars au 31 mai
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude
	
Sélection temporelle du référentiel	
	

Tableau 7 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude en été

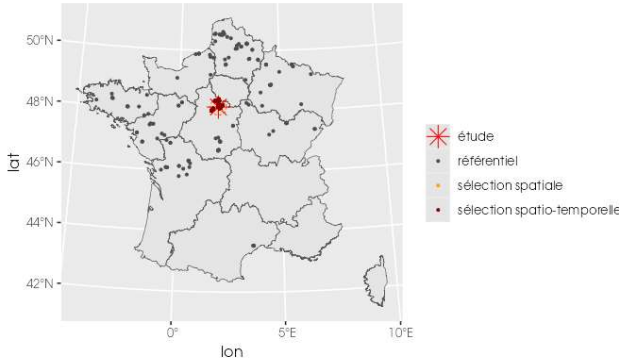
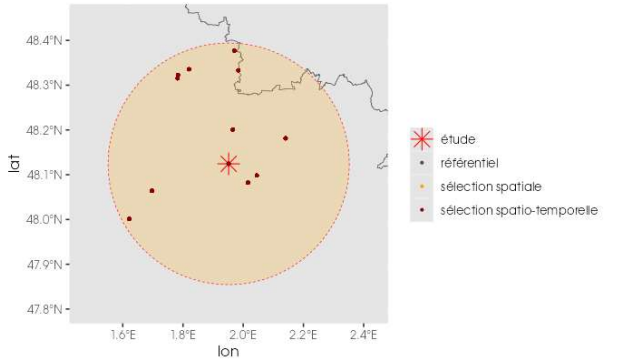
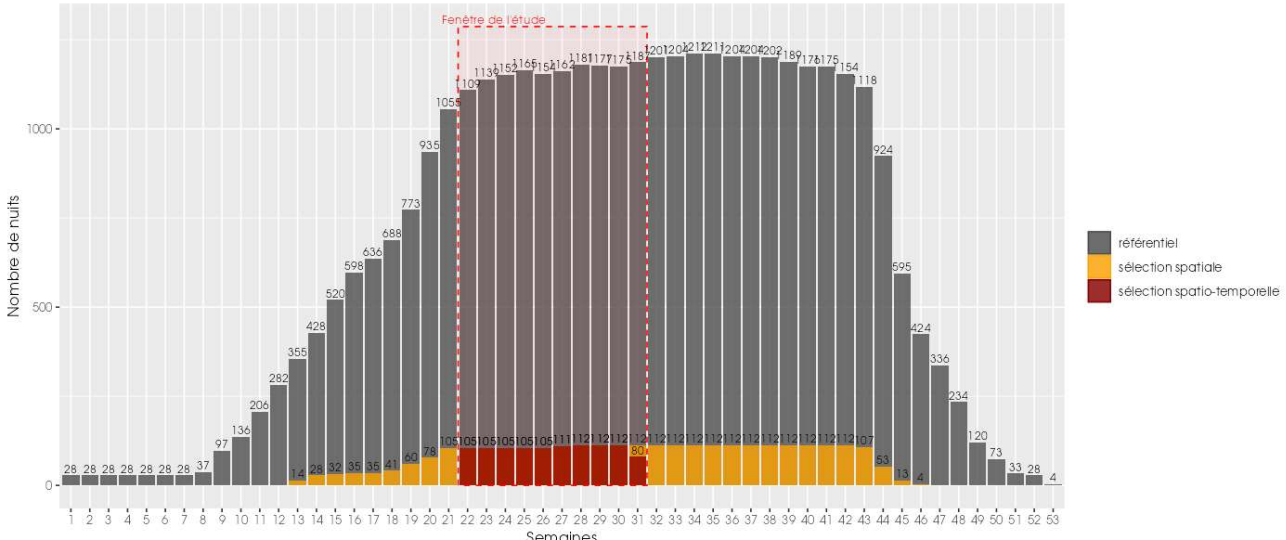
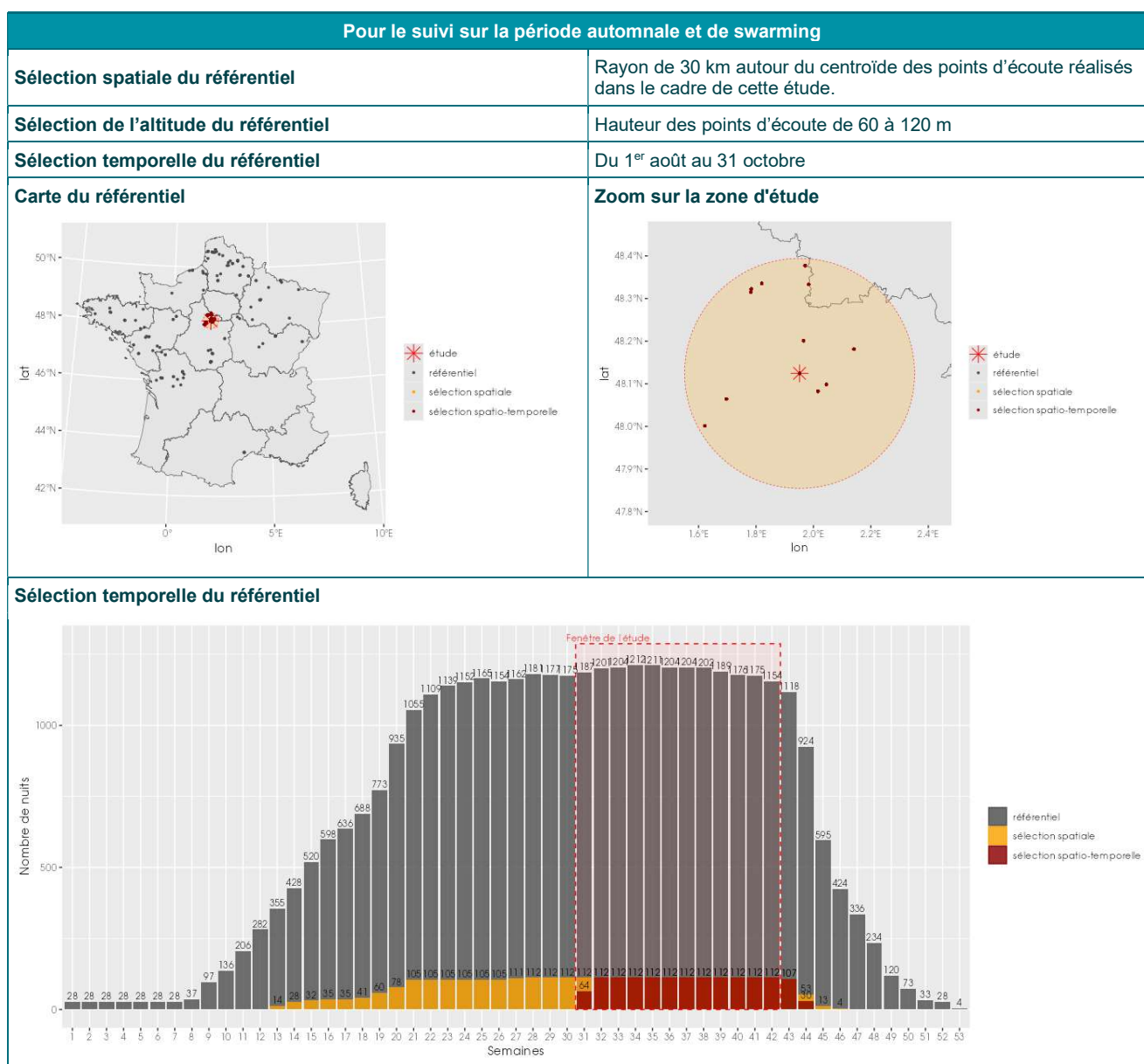
Pour le suivi sur la période estivale de mise-bas et d'élevage des jeunes (juin-juillet)	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 30 km autour du centroïde des points d'écoute réalisés dans le cadre de cette étude.
Sélection de l'altitude du référentiel	Hauteur des points d'écoute de 60 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	Du 1 ^{er} juin au 31 juillet +/- 5 jours
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude
	
Sélection temporelle du référentiel	
	

Tableau 8 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude en automne



1.2.2.1.6.4. Estimation du niveau d'activité

À partir des données collectées pour l'étude, ActiChiro® calcule l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce. Elle somme donc les minutes positives et divise par le nombre de nuits. Cette valeur peut donc être supérieure à 60 puisqu'elle n'est pas calculée à l'échelle de l'heure mais à l'échelle de la nuit. L'application fait ce calcul deux fois :

- Une fois en considérant l'ensemble des points-nuits (N points-nuits), c'est-à-dire ceux où l'espèce est détectée (au moins un contact) et ceux où elle ne l'est pas. ;
- Une fois en considérant uniquement les points-nuits où l'espèce est détectée (n points-nuits avec $n \leq N$).

À partir du référentiel sélectionné pour l'étude, ActiChiro® va construire les données de comparaison du référentiel. Elle va construire deux distributions de moyenne. Dans un premier temps, pour chaque espèce, ActiChiro® va piocher 1000 fois N points-nuits (au hasard et avec remise) et va calculer l'activité moyenne en minute positive pour chacun de ces échantillons (1ère utilisation de la méthode de bootstraps). Ceci permet de construire une distribution de l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce (lorsque l'espèce est détectée ou non). Puis dans un second temps, ActiChiro® va piocher, pour chaque espèce, 1000 fois n points-nuits (au hasard et avec remise) parmi les points-nuits où l'espèce est détectée uniquement. ActiChiro® va pouvoir calculer l'activité moyenne en minute positive pour chacun de ces échantillons (2ème utilisation de la méthode de bootstraps). Ceci permet de construire une distribution de l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce (lorsque l'espèce est présente).

ActiChiro® va comparer l'activité moyenne de chaque espèce obtenue sur le site d'étude à la distribution issue du référentiel pour le cas où l'espèce est « présente et absente » et pour le cas où elle est uniquement « présente ». On obtient l'échelle de niveaux d'activité suivante :

- Activité très faible : lorsque la moyenne est inférieure ou égale au 2^{ème} percentile de la distribution de l'activité.
- Activité faible : lorsque la moyenne est comprise entre le 2^{ème} percentile (exclu) et le 25^{ème} percentile (inclus) de la distribution de l'activité.
- Activité moyenne : lorsque la moyenne est comprise entre le 25^{ème} percentile (exclu) et le 75^{ème} percentile (inclus) de la distribution de l'activité.
- Activité forte : lorsque la moyenne est comprise entre le 75^{ème} percentile (exclu) et le 98^{ème} percentile (inclus) de la distribution de l'activité.
- Activité très forte : lorsque la moyenne est supérieure ou égale au 98^{ème} percentile de la distribution.

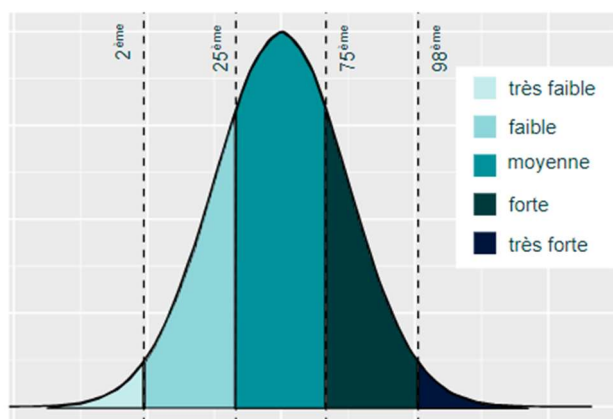


Figure 6 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude

Restitution des niveaux d'activité dans le rapport

Pour chaque saison (printemps, été et automne), l'activité des chiroptères est restituée sous forme d'un tableau, où l'unité de l'activité est la minute positive. Chaque tableau rend compte du :

- Nombre de point-nuits : le nombre total de nuits analysé quel que soit le point.
- Occurrence par point-nuit : la proportion du nombre de nuits où l'espèce a été contactée (sur le nombre total de points-nuits) ;
- L'activité moyenne (en minute positive) par point-nuit ;
- Activité moyenne (en minute positive) quand présence uniquement ;
- Le niveau d'activité obtenu par comparaison de l'activité moyenne de chaque espèce à la distribution issue du référentiel construit pour l'étude.

1.2.2.1.7. Acquisition et croisement des données météorologiques

Les données météorologiques ont été transmises par ABO Energy. Elles ont été acquises par les capteurs disposés sur l'éolienne E01 du parc éolien de Lion-en-Beauce. La vitesse de vent et la température sont mesurées à 80 m de haut. Les données sont enregistrées toutes les 10 minutes.

Des données météorologiques sont absentes sur quelques plages horaires mais pas celles où des chauves-souris ont été enregistrées.

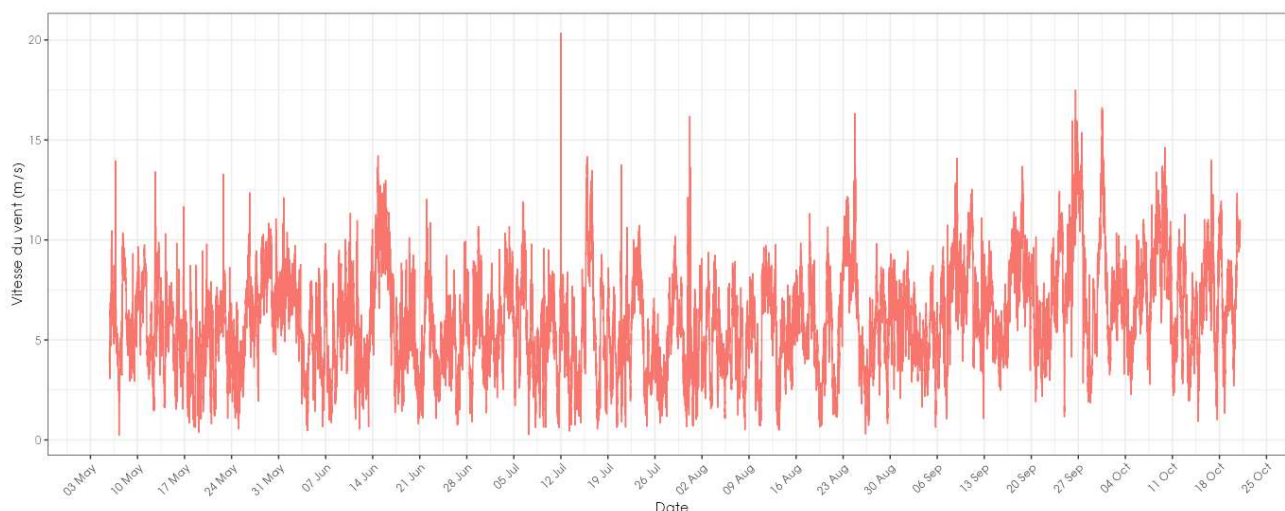


Figure 7 : Schéma temporel de la vitesse du vent à 80 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce, entre mai et novembre 2024

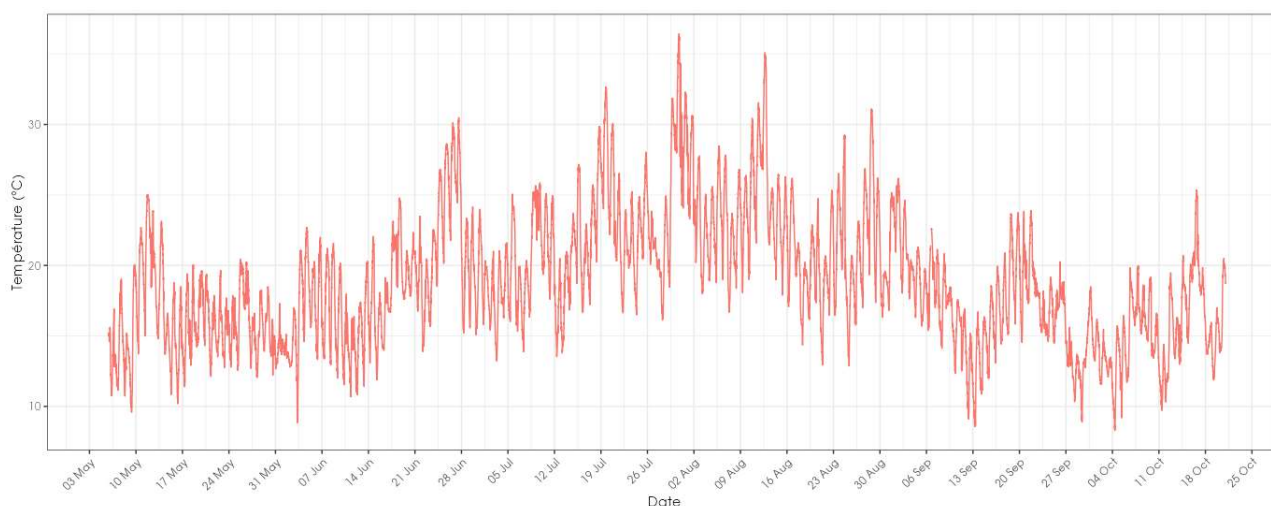


Figure 8 : Schéma temporel de la température à 80 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce, entre mai et novembre 2024

Une jointure est ensuite réalisée entre les données météorologiques et chiroptérologiques. Ainsi, pour chaque enregistrement de chauve-souris, nous disposons de la vitesse du vent et la température à 80 m ainsi que l'heure relative du contact (temps écoulé après l'heure du coucher du soleil, celui-ci variant au cours des mois).

Il sera ainsi possible de caractériser l'effet des paramètres météorologiques sur l'activité des chiroptères et déterminé des paramètres de bridage des machines afin de diminuer le risque de collision.

1.2.3 Conditions de réalisation du suivi de mortalité et des suivis de l'activité de l'avifaune et des chiroptères

1.2.3.1 Prospections de terrain

Les dates de passages et les conditions météorologiques sont détaillées dans le Tableau 9.

Ainsi, pour le suivi mortalité, 39 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine du 29 avril au 27 mai, puis du 2 septembre au 21 octobre 2024, et de deux passages par semaine du 3 juin au 30 août 2024. Concernant le suivi de l'activité des oiseaux notamment des rapaces en période de nidification, 8 passages ont été réalisés entre le 30 avril et le 3 juillet 2024.

Tableau 9 : Prospections de terrain et informations météorologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Suivi de mortalité (39 passages)		
1	29/04/2024	Nébulosité : 90%. Température : 13,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 6,7 km/h. Direction du vent : S
2	07/05/2024	Nébulosité : 92%. Température : 15,6 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 9,7 km/h. Direction du vent : NE
3	13/05/2024	Nébulosité : 86%. Température : 18,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 13,3 km/h. Direction du vent : SO
4	20/05/2024	Nébulosité : 100%. Température : 15,8 °C. Pluie : 0,2 mm/h. Vitesse du vent : 11,1 km/h. Direction du vent : NE
5	27/05/2024	Nébulosité : 95%. Température : 14,7 °C. Pluie : 0,05 mm/h. Vitesse du vent : 17,1 km/h. Direction du vent : SO
6	03/06/2024	Nébulosité : 96%. Température : 15,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 11,4 km/h. Direction du vent : N
7	06/06/2024	Nébulosité : 75%. Température : 18,3 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 6,1 km/h. Direction du vent : N
8	10/06/2024	Nébulosité : 98%. Température : 14,6 °C. Pluie : 0,09 mm/h. Vitesse du vent : 18,9 km/h. Direction du vent : O
9	14/06/2024	Nébulosité : 99%. Température : 18,3 °C. Pluie : 0,05 mm/h. Vitesse du vent : 26,3 km/h. Direction du vent : S
10	17/06/2024	Nébulosité : 92%. Température : 19,9 °C. Pluie : 0,08 mm/h. Vitesse du vent : 8,5 km/h. Direction du vent : S
11	21/06/2024	Nébulosité : 98%. Température : 18,7 °C. Pluie : 2,57 mm/h. Vitesse du vent : 6,6 km/h. Direction du vent : O
12	24/06/2024	Nébulosité : 75%. Température : 22,3 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 12,9 km/h. Direction du vent : N
13	28/06/2024	Nébulosité : 94%. Température : 19,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 9 km/h. Direction du vent : N
14	01/07/2024	Nébulosité : 93%. Température : 18,7 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14,2 km/h. Direction du vent : NO
15	05/07/2024	Nébulosité : 94%. Température : 20,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14,2 km/h. Direction du vent : SO
16	08/07/2024	Nébulosité : 98%. Température : 21 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 7,3 km/h. Direction du vent : SE
17	12/07/2024	Nébulosité : 98%. Température : 16,3 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 17,4 km/h. Direction du vent : NO
18	15/07/2024	Nébulosité : 89%. Température : 23,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 27 km/h. Direction du vent : E

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
19	19/07/2024	Nébulosité : 81%. Température : 28,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 5,5 km/h. Direction du vent : E
20	22/07/2024	Nébulosité : 99%. Température : 20,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14,7 km/h. Direction du vent : O
21	26/07/2024	Nébulosité : 99%. Température : 21,4 °C. Pluie : 0,11 mm/h. Vitesse du vent : 5,3 km/h. Direction du vent : NO
22	29/07/2024	Nébulosité : 81%. Température : 25,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 13,5 km/h. Direction du vent : E
23	02/08/2024	Nébulosité : 91%. Température : 24,2 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 6,7 km/h. Direction du vent : NO
24	05/08/2024	Nébulosité : 0%. Température : 24,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 5 km/h. Direction du vent : NE
25	09/08/2024	Nébulosité : 97%. Température : 23 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 17,8 km/h. Direction du vent : O
26	12/08/2024	Nébulosité : 94%. Température : 30,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 16,4 km/h. Direction du vent : S
27	16/08/2024	Nébulosité : 97%. Température : 22,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 15,5 km/h. Direction du vent : SO
28	19/08/2024	Nébulosité : 88%. Température : 18,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 2,4 km/h. Direction du vent : N
29	23/08/2024	Nébulosité : 94%. Température : 22 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 30,6 km/h. Direction du vent : SO
30	26/08/2024	Nébulosité : 0%. Température : 20,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 8,5 km/h. Direction du vent : SO
31	30/08/2024	Nébulosité : 100%. Température : 17,3 °C. Pluie : 1,19 mm/h. Vitesse du vent : 18 km/h. Direction du vent : N
32	02/09/2024	Nébulosité : 91%. Température : 21,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14 km/h. Direction du vent : SO
33	09/09/2024	Nébulosité : 100%. Température : 16,5 °C. Pluie : 0,06 mm/h. Vitesse du vent : 23,8 km/h. Direction du vent : O
34	16/09/2024	Nébulosité : 90%. Température : 16,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 18,7 km/h. Direction du vent : N
35	23/09/2024	Nébulosité : 98%. Température : 15,5 °C. Pluie : 0,36 mm/h. Vitesse du vent : 17,5 km/h. Direction du vent : SO
36	30/09/2024	Nébulosité : 99%. Température : 16,2 °C. Pluie : 0,03 mm/h. Vitesse du vent : 36,8 km/h. Direction du vent : SO
37	07/10/2024	Nébulosité : 99%. Température : 15,8 °C. Pluie : 1,25 mm/h. Vitesse du vent : 13,4 km/h. Direction du vent : S
38	14/10/2024	Nébulosité : 85%. Température : 17,7 °C. Pluie : 0,02 mm/h. Vitesse du vent : 7,7 km/h. Direction du vent : S
39	21/10/2024	Nébulosité : 94%. Température : 19,5 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 11,9 km/h. Direction du vent : S
Tests de prédation (2 tests)		
Test 1	20/05/2024	Dépôt de 15 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	05/08/2024	Dépôt de 15 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Tests d'efficacité de recherche (3 tests)		
Test 1	20/05/2024	Dépôt de 90 leurres
Test 2	29/07/2024	Dépôt de 120 leurres
Test 3	02/08/2024	Dépôt de 120 leurres

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Suivi de l'activité des rapaces nicheurs (8 passages)		
1	30/04/2024 (8h15 – 13h)	Températures comprises entre 5 et 10°C ; vitesse du vent comprise entre 20 et 30 km/h ; pluie faible ; bonne visibilité (> 2 km)
2	15/05/2024 (8h30 – 13h)	Températures comprises entre 15 et 20°C ; vitesse du vent comprise entre 10 et 20 km/h de direction sud/sud-est ; pas de pluie ; bonne visibilité (> 2 km)
3	22/05/2024 (8h20 – 14h)	Températures comprises entre 10 et 15°C ; vitesse du vent comprise entre 20 et 30 km/h de direction sud/sud-est ; pas de pluie ; bonne visibilité
4	29/05/2024 (8h45 – 13h)	Températures comprises entre 10 et 15°C ; vitesse du vent comprise entre 30 et 50 km/h ; pluie faible à forte ; visibilité réduite (entre 500 m et 2 km)
5	12/06/2024 (8h – 12h30)	Températures comprises entre 10 et 15°C ; vitesse du vent inférieure à 10 km/h de direction nord/nord-est ; pas de pluie ; bonne visibilité (> 2 km)
6	19/06/2024 (8h30 – 13h30)	Températures comprises entre 10 et 15°C ; vitesse du vent comprise entre 20 et 30 km/h de direction nord-est ; pluie faible à forte ; visibilité réduite (entre 500 m et 2 km)
7	26/06/2024 (8h10 – 12h30)	Températures comprises entre 20 et 30°C ; vitesse du vent comprise entre 10 et 20 km/h ; pas de pluie ; bonne visibilité (> 2 km)
8	03/07/2024 (9h – 14h)	Températures comprises entre 15 et 25°C ; vitesse du vent comprise entre 10 et 20 km/h de direction sud-ouest ; pas de pluie ; bonne visibilité (> 2 km)
Suivi de l'activité des chiroptères		
	Du 02/05 au 04/11/2024	Enregistrements en continu depuis l'éolienne E01, avec un microphone placé au niveau de la nacelle à 80 m de hauteur, du 2 mai au 4 novembre 2024, soit pendant 6 mois.

1.2.3.1 Réalisation des tests de prédation

Les deux tests de prédation ont été réalisés sur 14 jours sous l'ensemble des éoliennes du parc. Les tests de prédation ont été réalisés par l'opérateur en charge du suivi de mortalité. La pose (J0), a été réalisée en début de semaine en dehors du cadre habituel d'un passage hebdomadaire « suivi de mortalité ». 5 cadavres de jeunes rats (fraîchement décongelés, catégories « Petit rats 25 – 50g ») ont été disposés de manière aléatoire (localisations générées seulement une fois par SIG puis réutilisées pour chaque test) sur l'ensemble des zones de prospections (tampon de 50 m autour des éoliennes). Les visites de contrôle ont été menées lors de différents jours (J+1, J+2, J+4, J+7, J+10, J+14), tôt le matin, pendant deux semaines. L'opérateur avait la charge de noter la présence de tous les cadavres avec identification et localisation des cadavres disparus à chaque passage dédié.

1.2.3.2 Réalisation des tests d'efficacité de l'observateur

Pour les secteurs prospectés, ce coefficient varie en fonction du couvert végétal (densité, hauteur) et, donc, de la période de l'année. Celui-ci a été évalué en plaçant des leurres à l'insu de l'observateur. Au minimum, 15 leurres par grand type d'habitat observé à chaque test ont été disposés aléatoirement (soit de 90 à 120 leurres disposés par test, Tableau 10). La pose est réalisée tôt le matin avant le lancement du suivi. Des leurres non organiques ont été déployés (pas de risques de disparition par les prédateurs). La position de chaque lure est enregistrée au GPS. Le test se déroule pendant la réalisation du suivi de mortalité par l'observateur selon le protocole habituel des transects circulaires. L'observateur a noté et localisé les leurres retrouvés et l'opérateur en charge du test, contrôle à la fin du suivi de mortalité, le nombre de leurres découverts par catégorie d'occupation du sol testée.



Figure 9 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope

Tableau 10 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 8 tests)

	E01	E02	E03	Parc ensemble
Occupations du sol				
Chaume	30	30	44	104
Chemin enherbé	0	0	75	75
Déchaume	22	12	39	73
Friche	87	121	43	251
Lin	0	0	45	45
Maïs	15	0	0	15
Plateforme	18	25	30	73
Plateforme / Chemin d'accès	39	34	68	141
Semis	15	0	0	15
Sol nu	0	0	15	15
Hauteurs de végétations (cm)				
0	71	59	58	188
5	23	12	96	131
10	39	19	92	150
15	67	62	48	177
20	26	70	23	119
25	0	0	30	30
Dates des tests				
01/06/2022	20	19	36	75
10/08/2022	21	12	42	75
12/06/2023	33	13	29	75
21/08/2023	28	42	50	120
30/08/2023	27	51	42	120
20/05/2024	31	19	40	90
29/07/2024	33	33	54	120
02/08/2024	33	33	54	120
Total	226	222	347	795

1.2.3.1 Limites propres à la mise en œuvre du suivi

La capacité de détection des cadavres est variable entre observateurs (Ponce et al., 2010 ; Labrosse, 2009). C'est pour cette raison que les deux personnes ayant participé au suivi ont été testées chacune de leur côté.

Il est également important de noter qu'elle est aussi variable en fonction de la hauteur de végétation et du type d'occupation du sol (Borner et al., 2017). Dans le but d'obtenir des données exploitables, la mise en place des tests s'est faite de manière à pouvoir bénéficier d'un maximum de cas de figure rencontrés par l'opérateur en charge du suivi. Au total, avec les huit tests réalisés, ce sont 11 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 6 hauteurs différentes de végétation.

1.2.4 Équipe de travail

Une équipe pluridisciplinaire a été constituée dans le cadre de cette étude (Tableau 11).

Tableau 11 : Équipe de travail

Domaines d'intervention	Intervenants	Qualité et qualification
Coordination et rédaction de l'étude	Franck LETERME	Expert fauniste pluridisciplinaire Master 2 « Gestion de la biodiversité et des écosystèmes continentaux et côtiers » – 17 années d'expérience
Expertise des chiroptères en hauteur Aide pour l'identification des chauves-souris	Pierre DELESSARD	Expert chiroptérologue Master 2 « Toxicologie de l'environnement » – 5 ans d'expérience
Aide pour l'identification des plumées d'oiseaux	Cloé FRAIGNEAU	Expert fauniste pluridisciplinaire DEA Comportement animal
Expertise de l'avifaune et rédaction de cette partie de l'étude (8 sessions)	Vincent RENARDIER	Technicien naturaliste BTS Gestion et protection de la nature – 4 ans d'expérience
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères et rédaction (25 sessions)		
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (12 sessions)	Gabriel JOBARD	Technicien naturaliste BTS Gestion et protection de la nature – 2 ans d'expérience
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (2 sessions)	Emma HOUDIARD	Technicienne naturaliste Master 2 « biologie écologie et évolution », option « écologie comportementale et évolution » – 1 an d'expérience
Contrôle Qualité	Nicolas CARENTON	Chef de projet biostatistiques Master « Ecologie et Eco-Ingénierie des Zones Humides » – 3 ans d'expérience

2 Synthèse et analyse des résultats

2.1 Résultat du suivi de l'activité de l'avifaune notamment des busards

2.1.1 Résultats bruts pour l'ensemble des rapaces observés en 2024

Au total, 9 espèces d'oiseaux ont été observées sur le site durant la période de suivi. Parmi elles, on compte 4 espèces de rapaces, objets de l'étude. Sur ces 4 espèces, trois utilisent le site de manière régulière (Busard Saint-Martin, Faucon crécerelle et Buse variable), une autre espèce apparaît de manière plus ponctuelle (Busard cendré).

Le Busard Saint-Martin a été contacté à chaque passage (contacté lors de chacun des 8 passages réalisés). Il a été observé avec un comportement reproducteur courant mai (création d'un nid) sur une parcelle située au nord de l'éolienne E03. La nichée a été confirmée courant juin et la localisation du nid a pu être affirmée dans le courant du mois de juin également. D'autres individus notamment des mâles ont régulièrement été observés sur la partie sud du parc mais sans observation de comportements reproducteur lors du suivi.

Parmi les espèces les plus couramment observées, le Faucon crécerelle a été contacté quasiment à chaque passage sur l'ensemble du site (contacté sur 5 des 8 passages réalisés). Ce sont avant tout des observations d'individus en chasse sur le secteur et notamment aux abords de la départementale D161 et la partie sud du parc.

La Buse variable a elle aussi été contactée de manière régulière (contactée sur 5 des 8 passages) sur l'ensemble de la période de suivi. Aucun comportement reproducteur n'a été mis en évidence lors de ces différents passages au niveau du parc. Seuls des individus erratiques ou en chasse sont à noter. Aucun nid n'a été trouvé dans les 300 m autour du parc.

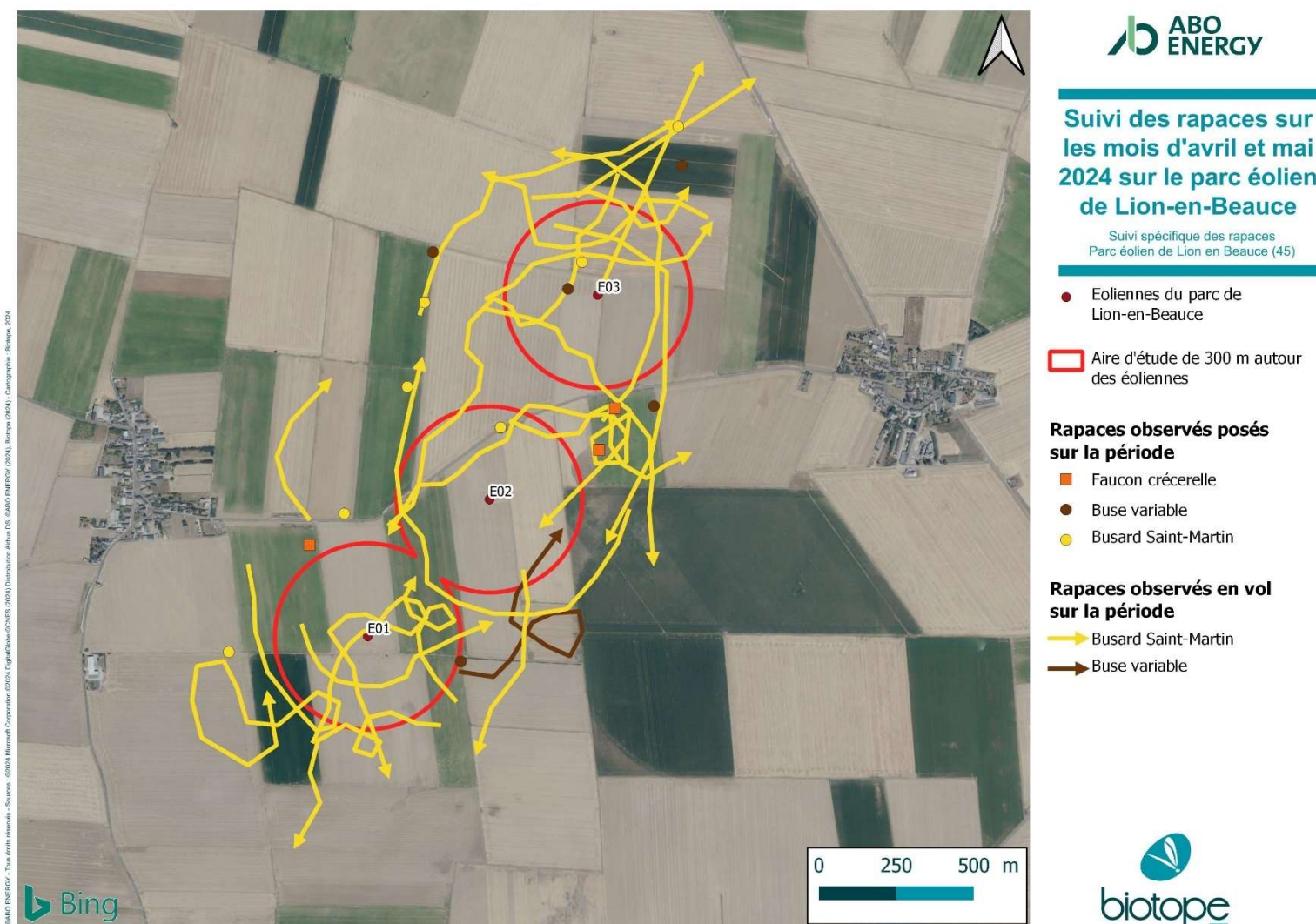
Le Busard cendré a été contacté à trois reprises lors du suivi (trois fois entre le cinquième et le huitième passage soit de début juin à début juillet) ; il s'agissait à chaque fois d'un mâle en chasse. Ces individus ont été vus chassant sur l'ensemble du parc. Ce busard ne semble pas être nicheur en 2024 au sein du secteur d'étude.

Tableau 12 : Statuts réglementaires et de conservation des rapaces identifiés lors du suivi avril-mai et juin-juillet 2024 au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce

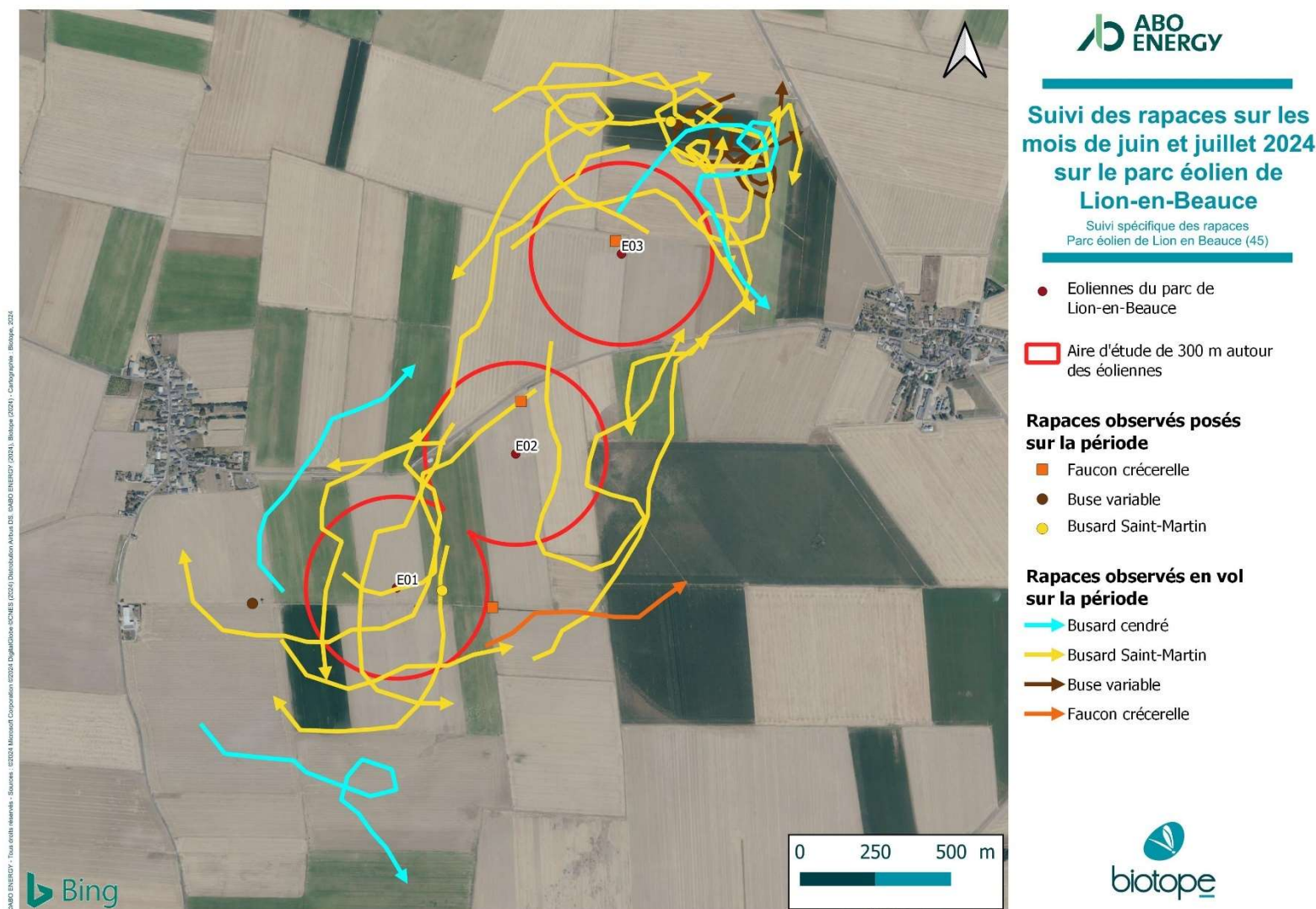
Nom latin	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Centre-Val de Loire	Avril-Mai 2024	Juin-Juillet 2024	Total cumulé des effectifs sur la période de suivi
<i>Circus pygargus</i>	Busard cendré	An. I	Art. 3	LC	NT	VU	0	3	3
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	LC	LC	NT	22	15	37
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	-	Art. 3	LC	LC	LC	7	5	12
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NT	LC	3	5	8

Légende :

- An. I : espèces inscrites à l'annexe I de la directive européenne 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages, ou directive « Oiseaux »
- Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 29 octobre 2009 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.
- Liste rouge Europe : Liste rouge Europe (Birdlife International (2021). European Red List of Birds. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities) : LC : préoccupation mineure.
- Liste rouge France : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) : NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.
- Liste rouge Centre-Val de Loire : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs (UICN, 2013) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.



Carte 3 : Suivi des rapaces sur les mois d'avril et mai 2024 au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce

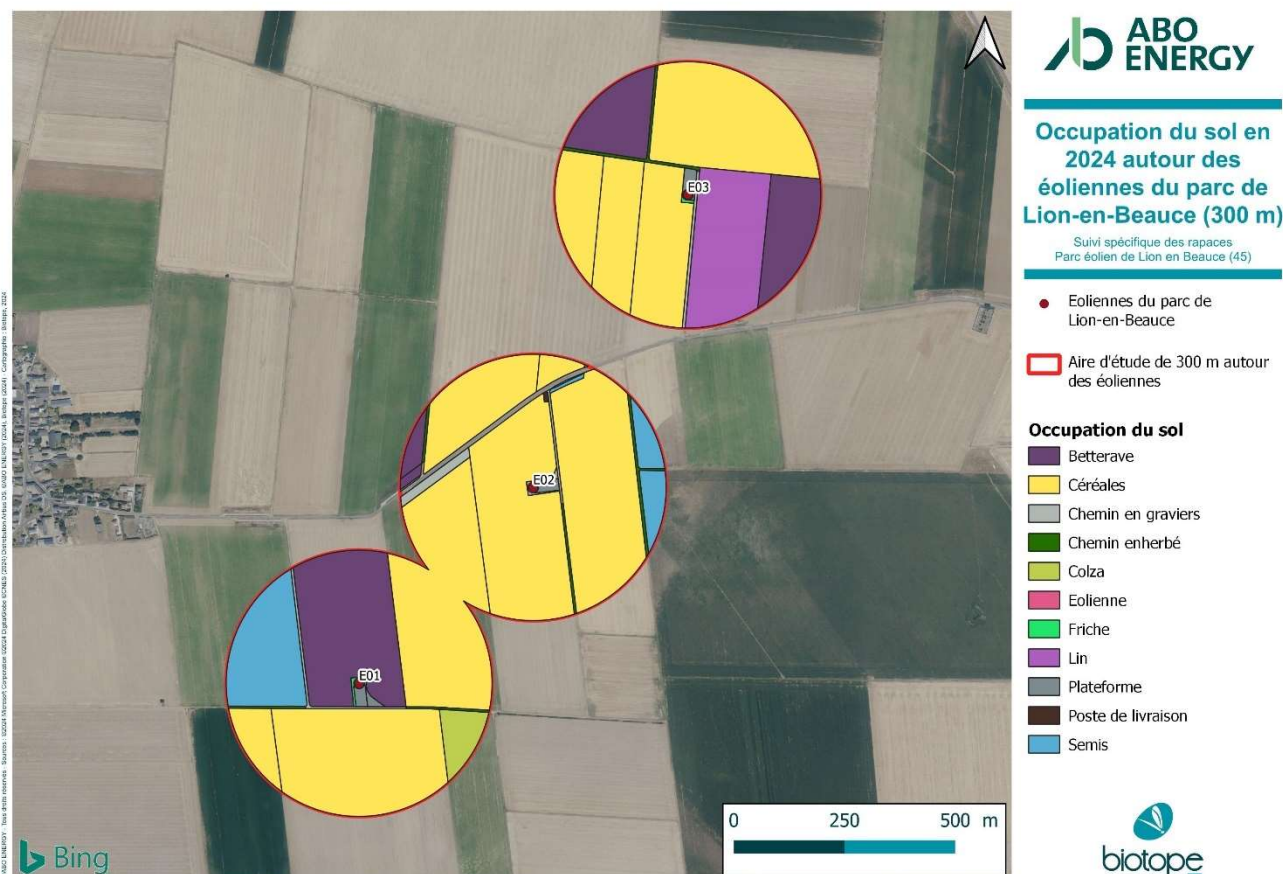


Carte 4 : Suivi des rapaces sur les mois de juin et juillet 2024 sur le parc éolien de Lion-en-Beauce

2.1.2 Analyse des résultats de 2024

2.1.2.1 Analyse de l'occupation du sol

Afin de mieux comprendre l'attractivité du secteur pour les rapaces, l'occupation du sol dans un rayon de 300 m autour des éoliennes du parc a été relevé. Il en résulte la carte ci-dessous.



Carte 5 : Occupation du sol en 2024 dans les 300 m autour des éoliennes du parc éolien de Lion-en-Beauce

On constate que la part des cultures céréalières est très importante sur la zone étudiée. Le blé et l'orge sont, en effet, des cultures favorables à la fois pour la chasse mais également pour la nidification du Busard Saint-Martin notamment.

Les bords de routes, de chemins et les zones de friches sont favorables pour la chasse des rapaces du secteur comme le Faucon crécerelle, la Buse variable et également le Busard Saint-Martin.

2.1.2.2 Territoires occupés par les rapaces nicheurs à proximité du parc

Le couple de Busard Saint-Martin dont la localisation du nid a été signalé à l'association locale « Perma-plumes » en accord avec ABO Energy pour qu'il soit mis en défens, se situait légèrement en dehors du rayon de prospection du parc (300 m) sur sa partie nord. De manière générale, la femelle était observée à proximité du nid tandis que le mâle était observé en chasse sur l'ensemble du secteur principalement au nord et à proximité de la départementale traversant la zone d'étude.

D'autres mâles de Busard Saint-Martin ont régulièrement été observés en chasse sur la partie sud du parc avec quelques affrontements observés lorsque ces derniers s'approchaient de la zone de nichée du couple présent sur le secteur.

Pour le Busard cendré il s'agit d'apparition moins régulière avec un mâle en chasse sur l'ensemble du secteur, également observé en chasse vers la zone du nid de Saint-Martin avant de se faire repousser par la femelle.

Le parc et ses alentours constituent également, *a minima*, une zone d'alimentation pour la Buse variable et le Faucon crécerelle. Aucun comportement reproducteur n'a été noté pour ces deux espèces au niveau de ce parc.

2.1.2.3 Activité des oiseaux

On constate que les espèces les plus communes sur le site (le Busard Saint-Martin et le Faucon crécerelle), sont actives toute la journée et n'ont pas vraiment de période d'activité particulière. Il en va de même pour la Buse variable observée en fin de matinée et en début d'après-midi.

Les observations du Busard cendré ont, quant à elles, été réalisées durant les matinées de suivi.

2.1.2.4 Comportements à risque

Parmi les espèces régulières, le Faucon crécerelle, dont le type de chasse les amènent à voler à hauteur des pales, sont les plus sensibles au risque de collision. Durant le suivi, des faucons ont été régulièrement observés chassant à proximité des éoliennes. Les Buses variables étaient occasionnellement observées en train de traverser la ligne d'éoliennes sur la partie sud du parc. Deux cadavres de Faucon crécerelle ont été retrouvés au pied des éoliennes durant le suivi « mortalité » qui avait lieu en parallèle du suivi « rapaces » (sous E01 et E02, respectivement les 6 juin 2024 et 5 juillet 2024).

Le mode de chasse des busards consiste à parcourir les milieux ouverts en volant à très basse altitude (moins de 5 m). Ils ne sont donc pas particulièrement sensibles à la collision avec les pales des éoliennes durant la chasse (même si une collision avec le mât est possible) mais peuvent être impactés durant la période des parades nuptiales vers la fin avril/début mai. En effet, durant la parade nuptiale, les mâles montent à une centaine de mètres avant de descendre en piqué puis de remonter en utilisant leur élan. Ils répètent alors cette manœuvre plusieurs fois d'affilée. Durant cette période, les mâles sont dans un état d'excitation les rendant peu attentifs à leur environnement, ce qui augmente encore le risque de collision. On notera toutefois que lors du suivi mortalité réalisé en 2024, aucun cadavre de Busard Saint-Martin n'a été découvert. Cela étant, une absence d'observation de cadavre ne résulte pas nécessairement en une absence d'impact (disparition rapide du cadavre, mauvaise visibilité, cadavre tombé hors protocole, impacts indirects ...).

2.1.3 Synthèse du suivi rapaces nicheurs en 2024

Ce suivi « rapaces », réalisé sur une période de dix semaines de fin avril à début juillet 2024, a permis de contacter quatre espèces de rapaces sur le site dont trois l'utilisant régulièrement (Busard Saint-Martin, Faucon crécerelle et Buse variable). Il a également permis de repérer un territoire de reproduction de Busard Saint-Martin (en dehors de l'aire d'étude de 300 m autour des éoliennes du parc, soit 425 m). Aucun nid n'a en revanche été repéré lors du suivi dans les 300 m autour des éoliennes de ce parc. Il en résulte qu'aucun arrêt des éoliennes, comme le demande l'arrêté préfectoral, n'a donc été réalisé en l'absence de jeunes à l'envol dans les 300 m autour du parc éolien de Lion-en-Beauce.

Par ailleurs, aucune action de mise en défens du nid de busard trouvé n'a été entreprise par Biotope. En revanche, en accord avec ABO Energy, l'information a été transmise à une association « Perma-plumes », dont l'une des actions est de protéger les nids de busards découverts. On notera toutefois qu'en fonction de l'assolement des parcelles, l'aire d'étude reste attractive pour les busards, la présence de possible nid variant d'une année sur l'autre en fonction de la rotation des cultures de céréales.

L'association « Perma-plumes » a donc pris contact avec les exploitants de ces parcelles concernées afin, d'une part, de les informer sur l'enjeu « biodiversité » présent au sein de celles-ci et, d'autre part, de connaître la date de récolte de la céréale implantée sur chacune d'elles ; le but étant de réduire tout risque de destruction des nids par l'homme (moisson de la parcelle).

Finalement, la nichée de Busard Saint-Martin a été mise en défens le 20 juin afin d'éviter de potentiels problèmes liés aux versements de la parcelles. Lors de l'installation du matériel, il a été observé 4 poussins d'une dizaine de jours dont un « mal en point, avec probablement peu de chance de survie » et trois autres « qui se portent bien ». Le 24 juin, après de très forts orages sur ce secteur, l'association a décidé de retourner vérifier le nid et a pu observer qu'il ne restait que deux jeunes, les deux autres étaient morts et consommés par les survivants. Après échange avec le Centre de Sauvegarde pour Oiseaux Sauvages de l'Yonne (CSOS89), la décision a été prise de les transférer au centre de soin plutôt que de les laisser sur place. Le dispositif de protection a été enlevé le lendemain. Finalement, de la nichée de Busard Saint-Martin à proximité du parc de Lion-en-Beauce, seul un jeune a pu être relâché dans la nature.



Figure 10 : Photographies de la nichée de Busard Saint-Martin à 425 m de l'éolienne E03 du parc éolien de Lion-en-Beauce en 2024 à gauche ; et de la mise en défens du nid à droite (© Perma-plumes – 2024)

Lors de ce suivi 2024, nous avons aussi pu constater que l'aire d'étude des 300 m autour des éoliennes du parc est plus ou moins utilisée par les busards. On notera cependant que l'occupation du sol, en partie céréalière (blé et orge), est favorable au développement des micromammifères et donc à la chasse des rapaces dont les busards.

Au regard des résultats du suivi mortalité, le risque de collision pour les rapaces présents sur la zone semble se concentrer au moment de la dispersion des individus à la suite de la reproduction. L'observation de deux Faucons crécerelles lors du suivi mortalité 2024 en est le parfait exemple (cf. suite du rapport).

Au regard de l'enjeu busard sur ce secteur, il pourrait être judicieux de reconduire cette action de suivi et de préservation de nichées de busards en 2025.

2.2 Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur

2.2.1 Espèces contactées

D'après les enregistrements réalisés en hauteur, 7 espèces de chiroptères sont présentes ou considérées comme telles au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce :

- 7 espèces contactées lors des inventaires de terrain :
 - Noctule commune (*Nyctalus noctula*) ;
 - Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) ;
 - Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ;
 - Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*) ;
 - Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) ;
 - Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ;
 - Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*).
- 2 groupes d'espèces correspondant aux contacts de chiroptères n'ayant pas pu être déterminés jusqu'à l'espèce par la méthode acoustique :
 - Groupes des « sérotules » (*Eptesicus serotinus* / *Nyctalus* sp.) ;
 - Groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius (*Pipistrellus kuhlii* / *P. nathusii*), l'ensemble des contacts des deux pipistrelles appartient à ce groupe, et les deux espèces sont donc considérées présentes.

En 2024, sept espèces de chauves-souris ont été contactées, à hauteur de nacelle, au niveau de l'éolienne E01, ce qui représente 28% des 25 espèces présentes en région Centre-Val de Loire.

La richesse spécifique contactée lors de l'étude en hauteur (7 espèces) est jugée moyenne. Néanmoins, il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en hauteur.

Tableau 13 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc de Lion-en-Beauce en 2024

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux		
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	An. IV	Art. 2	VU	NT	DZ
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	An. IV	Art. 2	NT	NT	DZ
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	An. IV	Art. 2	NT	LC	-
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	An. IV	Art. 2	LC	LC	-
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	An. IV	Art. 2	NT	NT	DZ
Pipistrelle pygmée <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	An. IV	Art. 2	LC	DD	-
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	An. IV	Art. 2	NT	LC	-

Légende :

- An. II/IV : espèces inscrites aux annexes II et/ou IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats ».
- Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.
- Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus.
- LRN : La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017) : RE : disparu de France métropolitaine ; CR : en danger critique ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable ; NE : non évalué.

- LRR : Liste rouge régionale des mammifères (Liste rouge des chauves-souris de la région Centre-Val de Loire, CSRPN : 2012) : RE : disparu au niveau régional ; CR : en danger critique ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable ; NE : non évalué.
- Dét. ZNIEFF : listes d'espèces déterminantes des ZNIEFF, Liste actualisée et validée en CSRPN du 15 décembre 2015 : DZ : espèce déterminante ; DZsc : espèce déterminante sous conditions ; DZc : espèce complémentaire.

2.2.2 Abondance relative

Au cours de la période d'enregistrement (186 nuits exploitables entre le 2 mai et le 4 novembre 2024), 3 846 contacts de 5 secondes ou 1 662 minutes (soit 27h42) d'enregistrement avec présence de chauves-souris, communément appelées « minutes positives », ont été obtenus.

Le tableau suivant synthétise la répartition des contacts enregistrés par espèce et groupe d'espèces de chiroptères obtenue à hauteur de nacelle (80 m), pendant les 186 nuits d'écoute.

Tableau 14 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 80 m

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	875	22,75%	331	19,92%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	664	17,26%	347	20,88%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1 395	36,27%	499	30,02%
Groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	301	7,83%	138	8,30%
Pipistrelle pygmée <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	1	0,03%	1	0,06%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	75	1,95%	32	1,93%
Groupe des « sérotules » indéterminées <i>Eptesicus/Nyctalus sp.</i>	535	13,91%	314	18,89%
Total	3 846	100,00%	1 662	100,00%

Sur l'ensemble de la période comprise entre de mai à novembre 2024, l'analyse montre que :

- La **Pipistrelle commune** représente de 30 à 36% des contacts en altitude selon la méthode de calcul utilisée. C'est une espèce typiquement bien représentée en altitude.
- La **Noctule de Leisler** est la seconde espèce la plus représentée en minutes positives, avec 20,9% des contacts. Cette espèce de haut vol est plus ou moins largement présente en altitude selon les parcs.
- La **Noctule commune** est la troisième espèce la plus représentée en altitude, avec 19,9% des contacts en minute positive, pratiquement à égalité avec la Noctule de Leisler. Cette espèce de haut vol présente un fort enjeu de conservation, particulièrement en région Centre-Val de Loire.
- Le **groupe des « sérotules »** indéterminées est également bien représenté avec 18,9% des contacts, ce groupe comprend la Noctule de Leisler, la Noctule commune et la Sérotine commune, ces trois espèces présentant un important taux de recouvrement de leurs signaux ultrasonores, rendant l'identification à l'espèce parfois impossible.
- La **paire des Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius** représente 8,3% des contacts en altitude et est donc moins contacté au niveau de la nacelle que les autres espèces.
- La **Sérotine commune** représente également une petite part des contacts en altitude avec 1,9% des « minutes positives ».
- Enfin, la **Pipistrelle pygmée** a été contactée avec certitude une seule fois au cours de la période d'enregistrement, mais ses signaux les plus bas peuvent potentiellement se confondre avec ceux de la Pipistrelle commune.

En 2024, le suivi a permis de comptabiliser 1 662 minutes positives au cours des 186 nuits de suivi effectives. Ainsi, **on obtient une moyenne de 8,9 minutes positives par nuit.**

2.2.3 Evaluation de l'activité en hauteur

Après détermination des espèces grâce au logiciel BatSound© et au programme SonoChiro® développé par Biotope, l'activité des chiroptères a été analysée grâce au référentiel ActiChiro® mis à jour en 2023. Le nouvel ActiChiro® a été conçu pour être un référentiel dynamique. C'est-à-dire que pour chaque étude, l'emprise spatio-temporelle est adaptée au site d'étude et au type d'analyses réalisées, ce qui permet de comparer les résultats des inventaires à un jeu de données le plus pertinent. Le nouvel **ActiChiro® produit donc un référentiel dédié pour chaque étude**. Il propose une analyse adaptée au contexte local, ce qui permet d'évaluer le niveau d'activité d'une espèce ou d'un groupe d'espèces sur un point ou un site donné. Ces chiffres de référence sont exprimés en minutes positives par nuit. Pour définir si l'activité est « Très faible », « Faible », « Moyenne », « Forte » ou « Très forte », l'analyse s'appuie sur les valeurs des percentiles à 2%, 25%, 75% et 98% qui servent de valeurs seuil entre les niveaux d'activité.

Tableau 15 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité en 2024 quand présence ou absence	Niveau d'activité en 2024 quand présence uniquement
Noctule commune	170	40,59%	1,94	4,77	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	170	48,24%	2,04	4,23	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelles de Kuhl / Nathusius	170	30,59%	0,81	2,65	Activité très forte	Activité moyenne
Pipistrelle commune	170	48,82%	2,94	6,01	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle pygmée	170	0,59%	0,01	1,00	Activité très forte	Non applicable
Sérotine commune	170	11,76%	0,19	1,60	Activité très forte	Activité très forte
Sérotine/Noctules indéterminées	170	42,94%	1,85	4,30	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	170	74,00%	8,35	11,36	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

- Nombre de nuits : Nombre de nuits d'enregistrement en altitude ;
- Occurrence par point-nuit = rapport du nombre de points-nuits où l'espèce a été contactée sur le nombre de points-nuits total d'enregistrement sur la saison ;
- Activité moyenne quand présence ou absence = Moyenne du nombre de minutes positives par point-nuit en prenant en compte les points-nuit où l'espèce est présente et absente ;
- Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point-nuit en prenant en compte uniquement les points-nuits où l'espèce est présente ;
- Niveau d'activité quand présence ou absence = Niveau d'activité issu de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel ActiChiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques.

Sur l'ensemble de la période de suivi, l'ensemble des espèces présente une activité jugée « très forte », par rapport aux autres suivis sur nacelle dans les 30 kilomètres autour du parc de Lion-en-Beauce. Cette activité est moins représentative pour la Pipistrelle pygmée et la Sérotine commune, moins souvent identifiées en altitude et présentant donc des nombres de contacts plus faibles voire nuls, sur le suivi ainsi que dans le référentiel.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 74 % des nuits, avec une activité très forte.

2.2.3.1 Activité en période printanière (mai)

Tableau 16 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période printanière

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité au printemps quand présence ou absence	Niveau d'activité au printemps quand présence uniquement
Noctule commune	27	7,41%	0,22	3,00	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	27	37,04%	0,59	1,60	Activité très forte	Non applicable
Pipistrelles de Kuhl / Nathusius	27	18,52%	0,33	1,80	Activité très forte	Non applicable
Pipistrelle commune	27	40,74%	0,70	1,73	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle pygmée	27	3,70%	0,04	1,00	Activité très forte	Non applicable
Sérotine commune	27	3,70%	0,04	1,00	Activité très forte	Non applicable
Sérotine/Noctules indéterminées	27	14,81%	0,26	1,75	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	27	52,00%	1,96	3,79	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

- Nombre de nuits : Nombre de nuits d'enregistrement en altitude ;
- Occurrence par point-nuit = rapport du nombre de points-nuits où l'espèce a été contactée sur le nombre de points-nuits total d'enregistrement sur la saison ;
- Activité moyenne quand présence ou absence = Moyenne du nombre de minutes positives par point-nuit en prenant en compte les points-nuits où l'espèce est présente et absente ;
- Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point-nuit en prenant en compte uniquement les points-nuits où l'espèce est présente ;
- Niveau d'activité quand présence ou absence = Niveau d'activité issu de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel ActiChiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques.

Sur la période printanière, soit le mois de mai dans le cadre de ce suivi, l'ensemble des espèces présente une activité jugée « très forte », par rapport aux autres suivis sur nacelle dans les 30 kilomètres autour du parc de Lion-en-Beauce. Cette activité est moins représentative pour la Noctule de Leisler, les Pipistrelles de Kuhl/Nathusius, la Pipistrelle pygmée et la Sérotine commune en raison de l'absence de contacts de ces espèces et groupes dans le référentiel sur la période de mars à fin mai.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 52 % des nuits en période printanière, avec une activité très forte.

2.2.3.2 Activité en période estivale (juin à juillet)

Tableau 17 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période estivale

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité en été quand présence ou absence	Niveau d'activité en été quand présence uniquement
Noctule commune	61	38%	1,26	3,35	Activité très forte	Activité forte
Noctule de Leisler	61	44%	1,25	2,81	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelles de Kuhl / Nathusius	61	33%	0,92	2,8	Activité très forte	Activité très faible
Pipistrelle commune	61	57%	5,46	9,51	Activité très forte	Activité très forte

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité en été quand présence ou absence	Niveau d'activité en été quand présence uniquement
Sérotine commune	61	8%	0,1	1,2	Activité très forte	Non applicable
Sérotine/Noctules indéterminées	61	43%	0,97	2,27	Activité très forte	Activité forte
Toutes espèces	61	72%	8,9	12,34	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

- Nombre de nuits : Nombre de nuits d'enregistrement en altitude ;
- Occurrence par point-nuit = rapport du nombre de points-nuits où l'espèce a été contactée sur le nombre de points-nuits total d'enregistrement sur la saison ;
- Activité moyenne quand présence ou absence = Moyenne du nombre de minutes positives par point-nuit en prenant en compte les points-nuit où l'espèce est présente et absente ;
- Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point-nuit en prenant en compte uniquement les points-nuits où l'espèce est présente ;
- Niveau d'activité quand présence ou absence = Niveau d'activité issu de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel ActiChiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques.

Sur la période estivale, l'ensemble des espèces présente une activité jugée « très forte », par rapport aux autres suivis sur nacelle dans les 30 kilomètres autour du parc de Lion-en-Beauce. Cette activité est moins représentative pour la Sérotine commune en raison de l'absence de contacts de cette espèce dans le référentiel sur la période de mars à fin mai.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 72 % des nuits en période estivale, avec une activité très forte.

2.2.3.3 Activité en période automnale (août à octobre)

Tableau 18 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période automnale

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité à l'automne quand présence ou absence	Niveau d'activité à l'automne quand présence uniquement
Noctule commune	82	53,66%	3,00	5,59	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	82	53,66%	3,05	5,68	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelles de Kuhl / Nathusius	82	32,93%	0,89	2,70	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune	82	43,90%	1,71	3,89	Activité très forte	Activité très forte
Sérotine commune	82	17,07%	0,30	1,79	Activité très forte	Activité très forte
Sérotine/Noctules indéterminées	82	51,22%	2,99	5,83	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	82	80,00%	9,88	12,27	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

- Nombre de nuits : Nombre de nuits d'enregistrement en altitude ;
- Occurrence par point-nuit = rapport du nombre de points-nuits où l'espèce a été contactée sur le nombre de points-nuits total d'enregistrement sur la saison ;
- Activité moyenne quand présence ou absence = Moyenne du nombre de minutes positives par point-nuit en prenant en compte les points-nuit où l'espèce est présente et absente ;
- Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point-nuit en prenant en compte uniquement les points-nuits où l'espèce est présente ;
- Niveau d'activité quand présence ou absence = Niveau d'activité issu de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel ActiChiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques.

Sur la période automnale, l'ensemble des espèces présente une activité jugée « très forte », par rapport aux autres suivis sur nacelle dans les 30 kilomètres autour du parc de Lion-en-Beauce.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 80 % des nuits en période printanière, avec une activité très forte.

2.2.4 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur

Le graphique suivant présente l'activité journalière moyenne par heure. Il permet de mettre en évidence des pics d'activités très ponctuels.

Série temporelle de l'activité acoustique

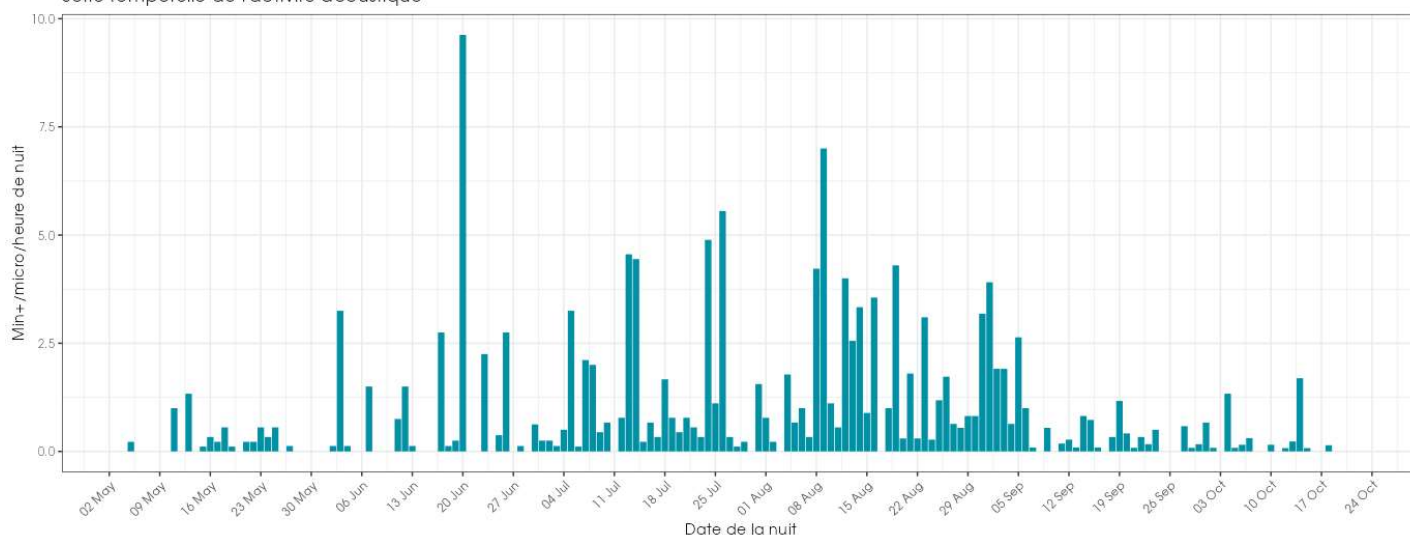


Figure 11 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (80 m) au niveau de l'éolienne E01 de mai à novembre 2024

L'activité enregistrée à 80 m au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce montre d'importante variation de l'activité des chauves-souris. L'activité augmente graduellement jusqu'à atteindre un pic début août puis diminue lentement jusqu'à la mi-octobre. Il faut également noter la présence d'un important pic d'activité le 20 juin, principalement dû à une très forte activité de Pipistrelle commune.

2.2.4.1 Activité mensuelle

Toutes espèces confondues, on observe une variation de l'activité au cours de la période de suivi.

L'activité augmente progressivement au cours des mois de mai à juillet. Le mois d'août est celui enregistrant l'activité la plus forte. L'activité diminue ensuite graduellement en septembre puis octobre.

Phénologie: rythme circannuel

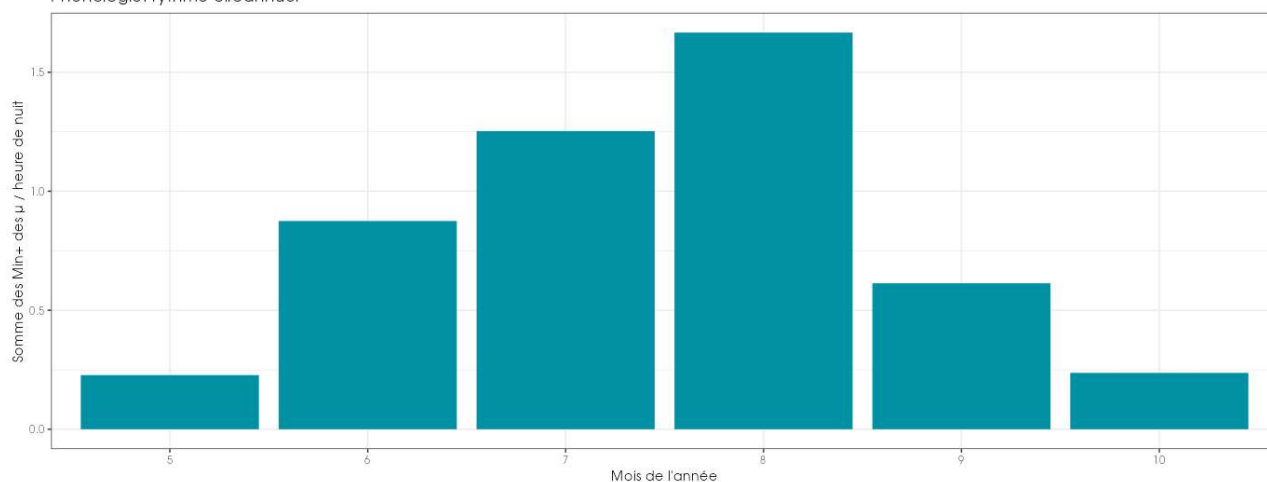


Figure 12 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (80 m) au niveau de l'éolienne E01 de mai à novembre 2024

■ *Pipistrelles commune et pygmée*

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente 30 % du total des minutes positives obtenues et a une activité jugée très forte sur toute la période de suivi. La Pipistrelle pygmée n'a été contactée avec certitude qu'en mai.

L'activité de la Pipistrelle commune augmente fortement et est à son maximum en juin (plus fort pic de l'année le 20 juin) puis diminue très légèrement en juillet, avant de diminuer de moitié en août et encore en septembre. Un léger regain d'activité est observé en octobre.

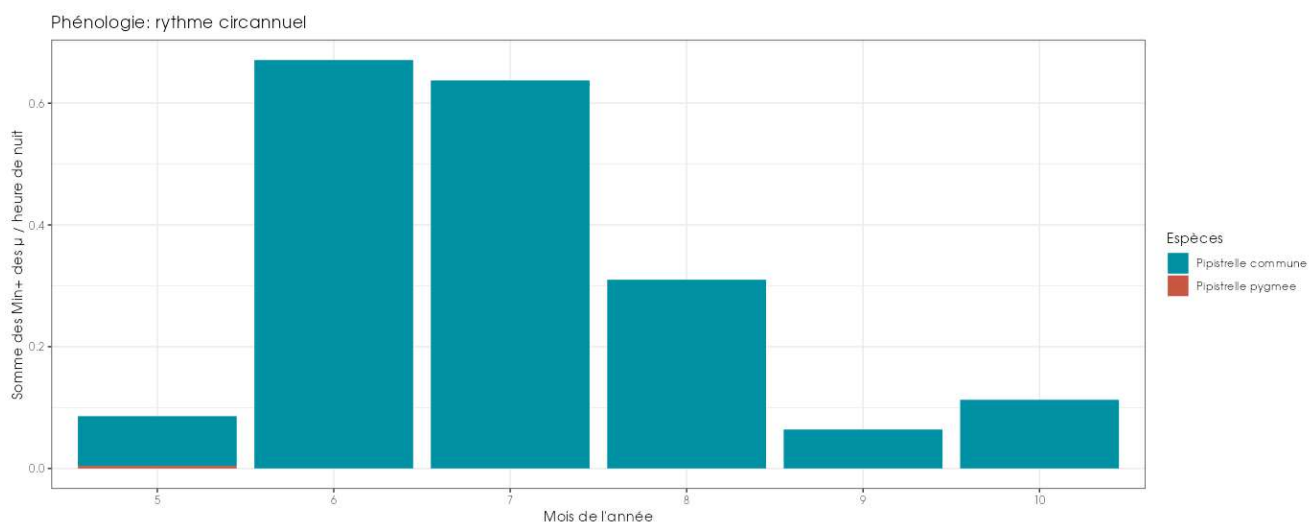


Figure 13 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune et la Pipistrelle pygmée, en altitude sur l'éolienne E01 de Lion-en-Beauce en 2024

■ *Groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius*

Pour rappel, la paire des Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius représente 8,3 % du total des minutes positives obtenues et a une activité jugée très forte sur toute la période de suivi.

L'activité de la paire augmente jusqu'en juin pour atteindre un pic, puis diminue de moitié en juillet pour connaître un regain en août, puis diminuer lentement jusqu'à fin octobre.

Le pic d'activité de juin peut être attribué plutôt à l'activité de chasse de la Pipistrelle de Kuhl, tandis que le regain d'activité en période automnale peut être attribué à la migration de la Pipistrelle de Nathusius.

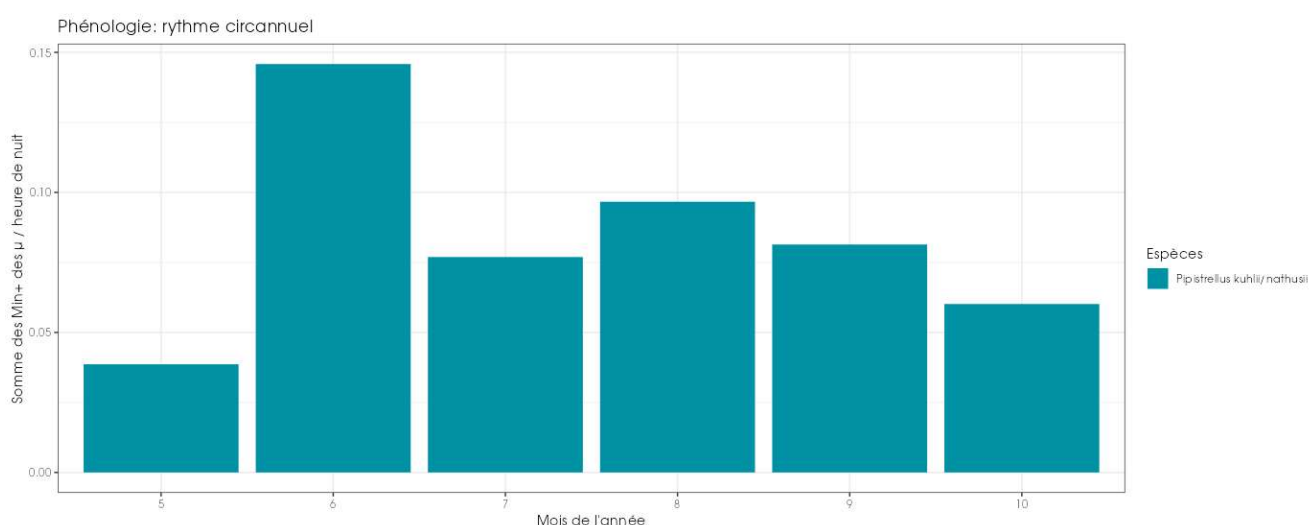


Figure 14 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour les Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, en altitude sur l'éolienne E01 de Lion-en-Beauce en 2024

■ Groupe Sérotine commune / Noctule de Leisler / Noctule commune

Pour rappel, la Noctule de Leisler représente 21 % de l'activité en minutes positives, la Noctule commune 20 %, le groupe des « sérotules » 19 % et la Sérotine commune 2 %.

L'activité du groupe est réduite en mai et juin, avec une majorité de Noctule de Leisler. L'activité augmente en juillet, avec une activité équivalente entre Noctule commune, Noctule de Leisler et « sérotules », et atteint un pic en août, toujours avec les mêmes proportions. L'activité diminue ensuite en septembre, avec une activité de Noctule commune diminuant de façon plus importante, puis en octobre, l'activité est plus faible qu'en mai.

Le pic de juillet peut être dû à une migration précoce des noctules, car une population sédentaire locale aurait probablement été contactée en juin également.

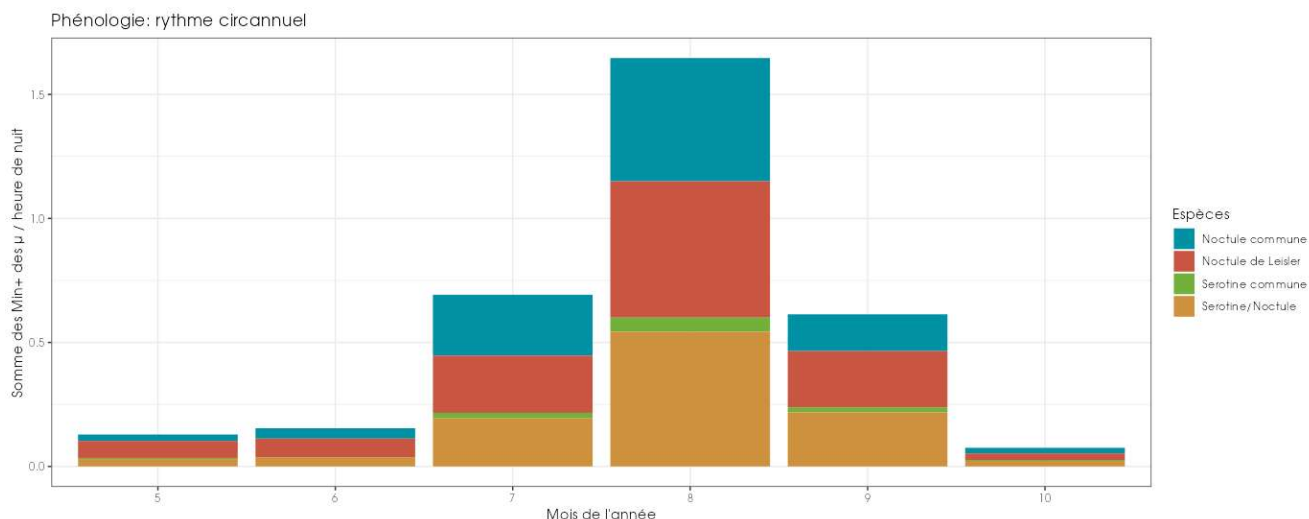


Figure 15 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Sérotine commune et les noctules, en altitude sur l'éolienne E01 de Lion-en-Beauce en 2024

2.2.4.2 Activité en fonction de l'heure après le coucher du soleil

Pour l'ensemble des graphiques montrant l'activité en fonction de l'heure après le coucher du soleil, la répartition des contacts est exprimée en heures relatives. Elle correspond au nombre d'heures écoulées depuis le dernier coucher du soleil.

L'activité des chauves-souris, toutes espèces confondues, est globalement plus importante en début de nuit. Le pic d'activité a lieu au cours de la deuxième heure de la nuit, puis diminue progressivement. L'activité diminue mais perdure jusqu'à la fin de la nuit.

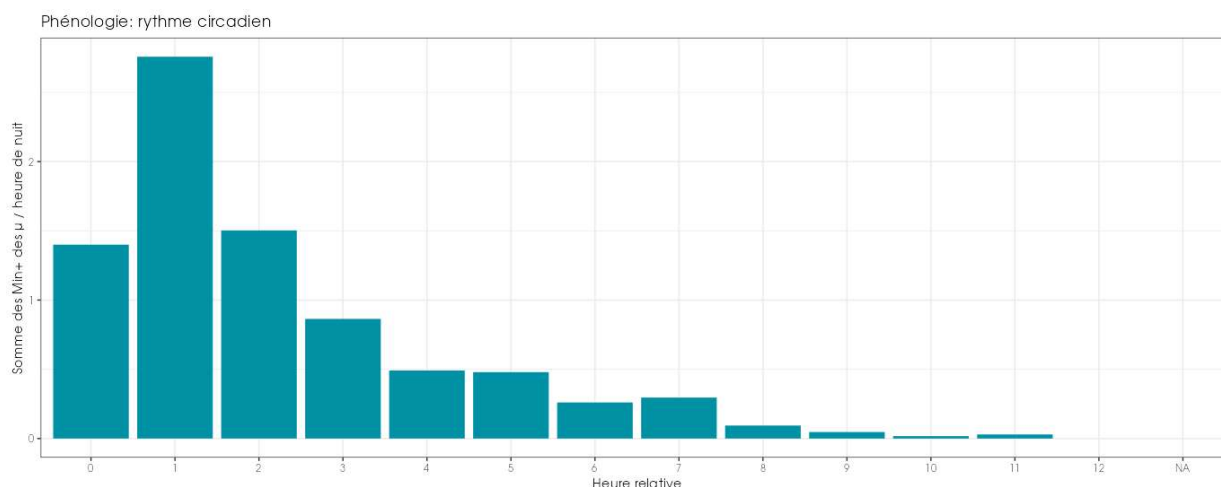


Figure 16 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (80 m), toutes espèces confondues, de mai à fin octobre 2024

On observe globalement le même rythme d'activité si on regarde l'activité horaire en fonction des périodes de l'année (printemps, été et fin d'été / début d'automne). Les activités horaires sur ces périodes et sur les mois présentant une activité des chauves-souris sont présentées sur les diagrammes suivants.

On peut voir que quel que soit le mois, on observe un pic d'activité sur la deuxième heure de la nuit. L'activité diminue ensuite. On observe toutefois que l'activité se poursuit bien plus longtemps sur la nuit en automne qu'au printemps/été.

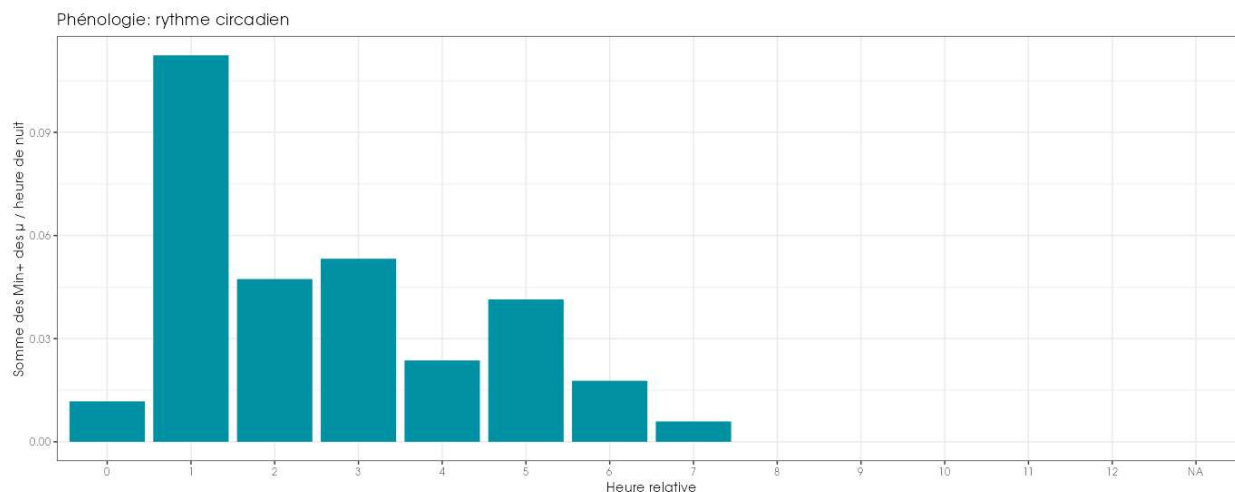


Figure 17 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (80 m), toutes espèces confondues, en mai 2024

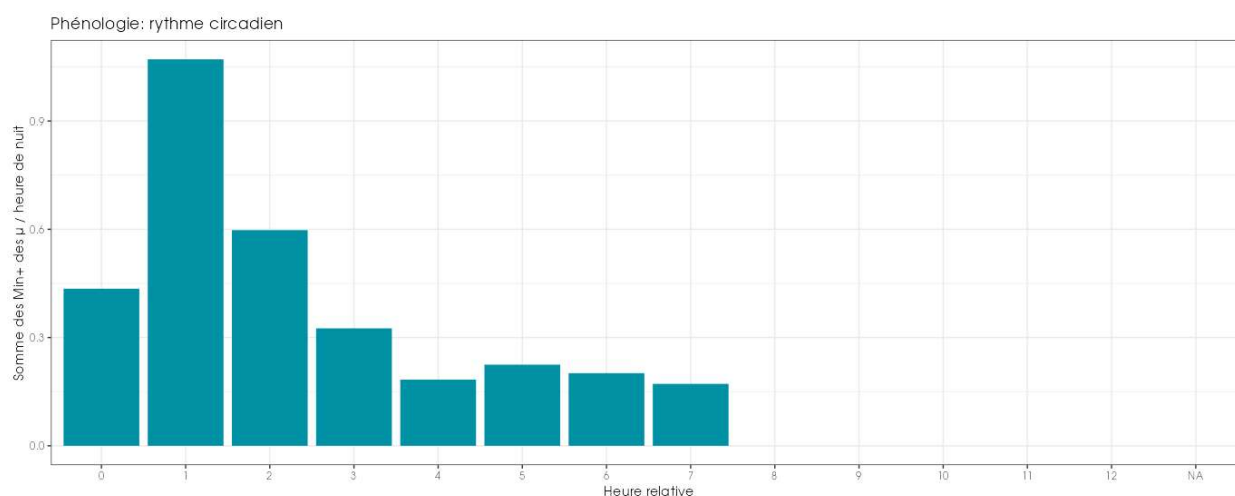


Figure 18 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (80 m), toutes espèces confondues, de juin à fin juillet 2024

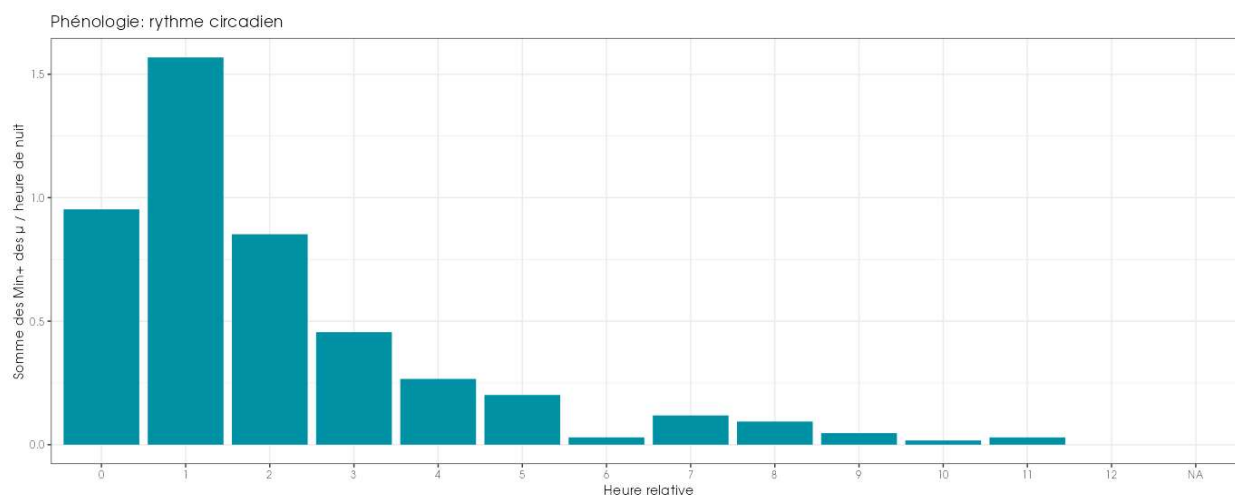


Figure 19 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (80 m), toutes espèces confondues, d'août à fin octobre 2024

Par ailleurs, le graphique suivant (actogramme) présente le détail de l'activité toutes espèces confondues. La zone en violet correspond à la nuit.

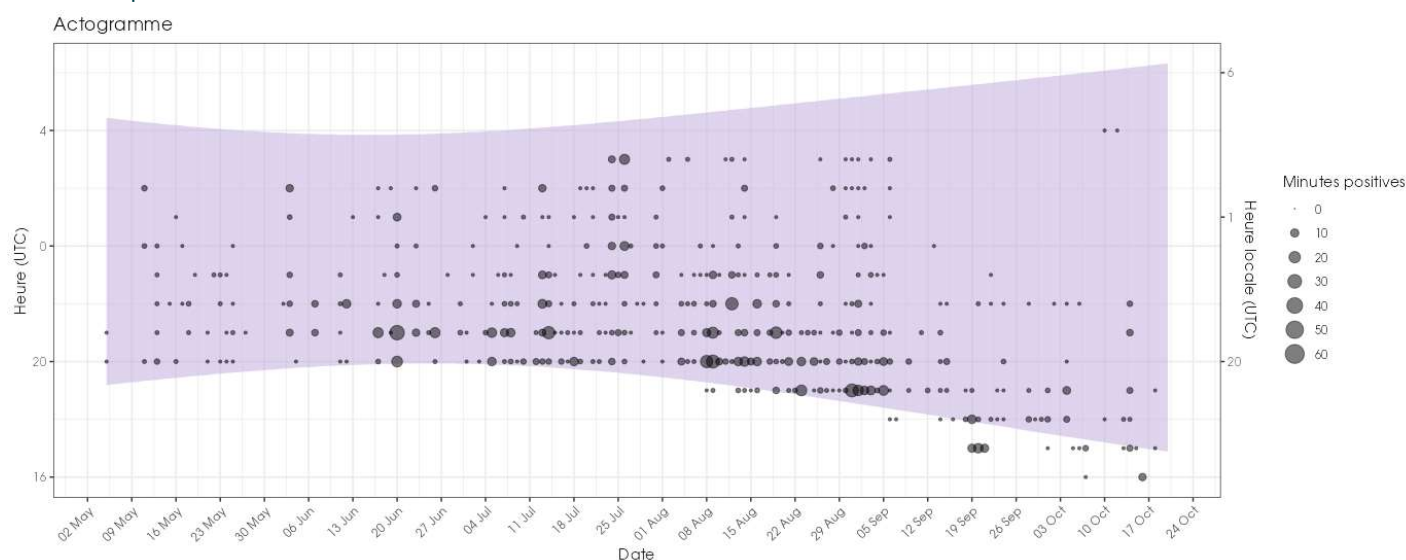


Figure 20 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (80 m)

Cette représentation graphique montre bien que l'activité chiroptérologique est plus intensément marquée au début de la nuit. Néanmoins, elle ne disparaît pas totalement au cours de la nuit, les chauves-souris restent actives tout au long de la nuit.

Notons néanmoins que d'une année à l'autre, différents facteurs peuvent influencer l'activité des chauves-souris. Il peut donc y avoir des variations interannuelles de l'activité des chauves-souris.

Proportion d'activité en fonction de la durée après le coucher du soleil

Le tableau suivant liste les durées après le coucher du soleil en-dessous desquelles des proportions ciblées des contacts (toutes espèces confondues) ont été obtenues, pour l'ensemble des données en altitude.

Tableau 19 : Proportions des contacts obtenus en altitude en fonction de la durée après le coucher du soleil

Contacts en altitude	Durée après le coucher du soleil en-dessous de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus, et nombre de minutes positives correspondant					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	1h50 831 min. pos.	3h18 1245 min. pos.	4h33 1411 min. pos.	5h20 1494 min. pos.	6h51 1577 min. pos.	8h03 1643 min. pos.
Période printanière (mai)	2h42 29 min. pos.	3h58 44 min. pos.	5h13 50 min. pos.	5h22 53 min. pos.	6h49 56 min. pos.	6h54 58 min. pos.
Période estivale (juin à juillet)	2h05 308 min. pos.	3h54 463 min. pos.	5h21 525 min. pos.	6h09 555 min. pos.	6h53 586 min. pos.	7h38 611 min. pos.
Période automnale (août à octobre)	1h39 492 min. pos.	2h58 738 min. pos.	3h49 836 min. pos.	4h51 886 min. pos.	5h59 935 min. pos.	8h28 974 min. pos.

Bilan de l'activité générale en altitude en fonction de la durée après le coucher du soleil

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la durée après le coucher du soleil, permet de tirer les informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude se concentre dans les 5h20 qui suivent le coucher du soleil ;
- 75% de l'activité en altitude se concentre dans les 3h18 qui suivent le coucher du soleil ;
- 50 % de l'activité en altitude a été obtenue entre le coucher du soleil et environ 1h50 après celui-ci.

2.2.5 Comparaison avec les suivis de l'activité des chiroptères antérieures

L'année 2024 correspond à la troisième année de suivi de l'activité des chauves-souris en altitude sur le parc éolien de Lion-en-Beauce.

Le tableau ci-dessous fait le bilan des périodes d'inventaire, des espèces identifiées et des résultats obtenus lors des enregistrements réalisés en altitude lors des suivis de 2022, 2023 et 2024.

Tableau 20 : Croisement des informations sur l'évaluation de l'activité en altitude issues des deux années de suivi

	En 2022	En 2023	En 2024
Localisation des deux dispositifs d'écoute	Eolienne E01 - Parc de Lion-en-Beauce.	Eolienne E01 - Parc de Lion-en-Beauce.	Eolienne E01 - Parc de Lion-en-Beauce.
Période de fonctionnement du dispositif	165 nuits exploitables entre le 20 mai et le 31 octobre 2022.	133 nuits exploitables entre le 1 ^{er} avril et le 12 août 2023 (<u>panne micro du 13 août au 31 octobre</u>).	186 nuits exploitables entre 2 mai et le 4 novembre 2024
Espèces identifiées	4 espèces de chauves-souris ont été identifiées en altitude au niveau de l'éolienne E01 : Noctule de Leisler, Noctule commune, Pipistrelle de Nathusius et Pipistrelle commune. 2 groupes d'espèces sont également présents : Groupe des Sérotine commune / Noctules indéterminées et groupe des Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius.	5 espèces de chauves-souris ont été identifiées en altitude au niveau de l'éolienne E01 : Noctule de Leisler, Noctule commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius et Pipistrelle commune. 2 groupes d'espèces sont également présents : Groupe des Sérotine commune / Noctules indéterminées et groupe des Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius.	7 espèces de chauves-souris ont été identifiées en altitude au niveau de l'éolienne E01 : Noctule de Leisler, Noctule commune, Sérotine commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle pygmée et Pipistrelle commune. 2 groupes d'espèces sont également présents : Groupe des Sérotine commune / Noctules indéterminées et groupe des Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius.
Nombre de contact enregistré	Eolienne E01 : 1 106 contacts de « 5 secondes » ou 605 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » - ont été obtenus.	Eolienne E01 : 304 contacts de « 5 secondes » ou 195 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » - ont été obtenus.	Eolienne E01 : 3 846 contacts de « 5 secondes » ou 1 662 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » - ont été obtenus.

	En 2022	En 2023	En 2024
	En 2022, avec 165 nuits d'enregistrement de l'activité, <u>on obtient une moyenne de 3.7 minutes positive par nuit.</u>	En 2023, avec 133 nuits d'enregistrement de l'activité, <u>on obtient une moyenne de 1.5 minute positive par nuit.</u>	En 2024, avec 186 nuits d'enregistrement de l'activité, <u>on obtient une moyenne de 8.9 minutes positive par nuit.</u>
Niveau d'activité des espèces	<p>La Noctule commune est l'espèce la plus présente en altitude avec 259 « minutes positives » enregistrées en altitude. Le groupe des Séroline/Noctules indéterminées vient ensuite avec 157 « minutes positives » enregistrées en altitude. La Noctule de Leisler est la deuxième espèce la plus contactée en altitude avec 129 « minutes positives » enregistrées en altitude. La Pipistrelle commune vient en troisième avec 37 « minutes positives » enregistrées en altitude. Le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius suit avec 21 « minutes positives » enregistrées. Et enfin, la Pipistrelle de Nathusius compte 2 « minutes positives » d'activité.</p>	<p>La Noctule commune est l'espèce la plus présente en altitude avec 104 « minutes positives » enregistrées en altitude. La Noctule de Leisler est la deuxième espèce la plus contactée en altitude avec 39 « minutes positives » enregistrées en altitude. La Pipistrelle commune vient en troisième avec 23 « minutes positives » enregistrées en altitude. Le groupe des Séroline/Noctules indéterminées vient ensuite avec 18 « minutes positives » enregistrées en altitude. Le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius suit avec 5 « minutes positives » enregistrées. Et enfin, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle de Kuhl comptent chacune 3 « minutes positives » d'activité. L'activité est plus faible en 2023, notamment dû à des enregistrements ayant pris fin mi-août, alors que l'activité se poursuit habituellement plus ou moins tard jusqu'en octobre, habituellement.</p>	<p>La Pipistrelle commune est l'espèce la plus contactée en 2024 avec 499 « minutes positives » enregistrées en altitude. La Noctule de Leisler est la deuxième espèce la plus contactée en altitude avec 347 « minutes positives » enregistrées en altitude. La Noctule commune arrive troisième en altitude avec 331 « minutes positives » enregistrées en altitude. Le groupe des Séroline/Noctules indéterminées vient ensuite avec 314 « minutes positives » enregistrées en altitude. Le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius suit avec 138 « minutes positives » enregistrées. Et enfin, la Séroline commune présente 32 « minutes positives » d'activité, et la Pipistrelle pygmée seulement 1. L'activité est la plus forte des trois années de suivi, en grande partie grâce à l'activité de la Pipistrelle commune, dont l'activité a été multipliée par 15 voire 20. Mais l'activité des autres espèces est également plus élevée.</p>

■ **En 2022 :**

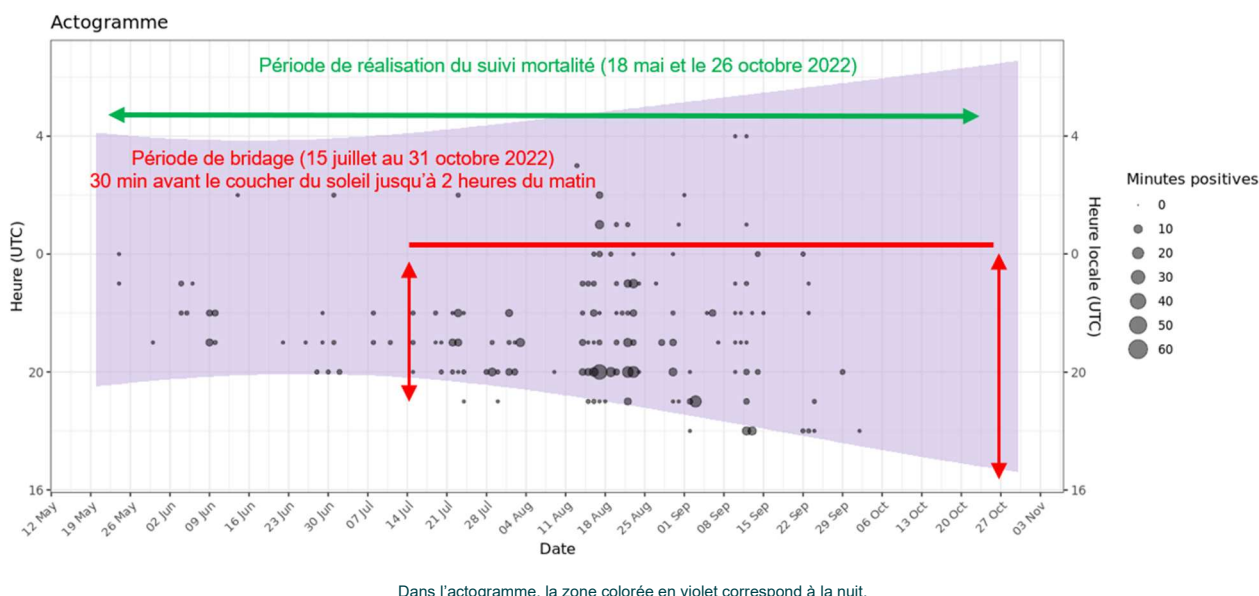


Figure 21 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce en 2022

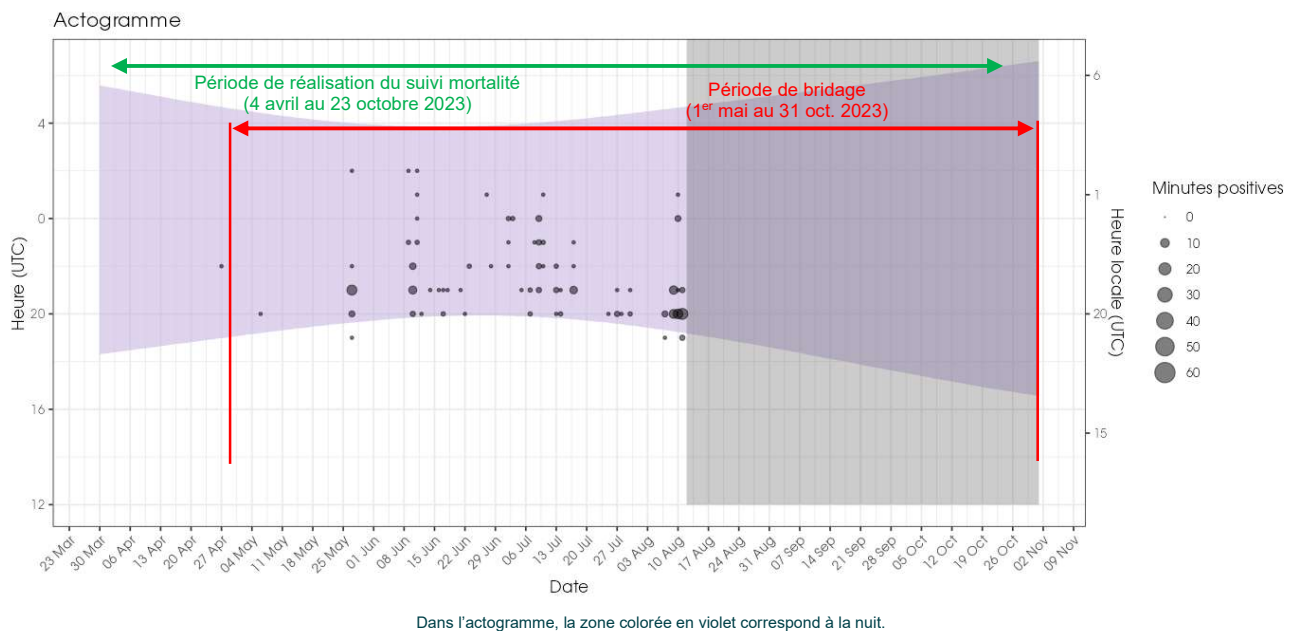
■ **En 2023 :**

Figure 22 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce en 2023

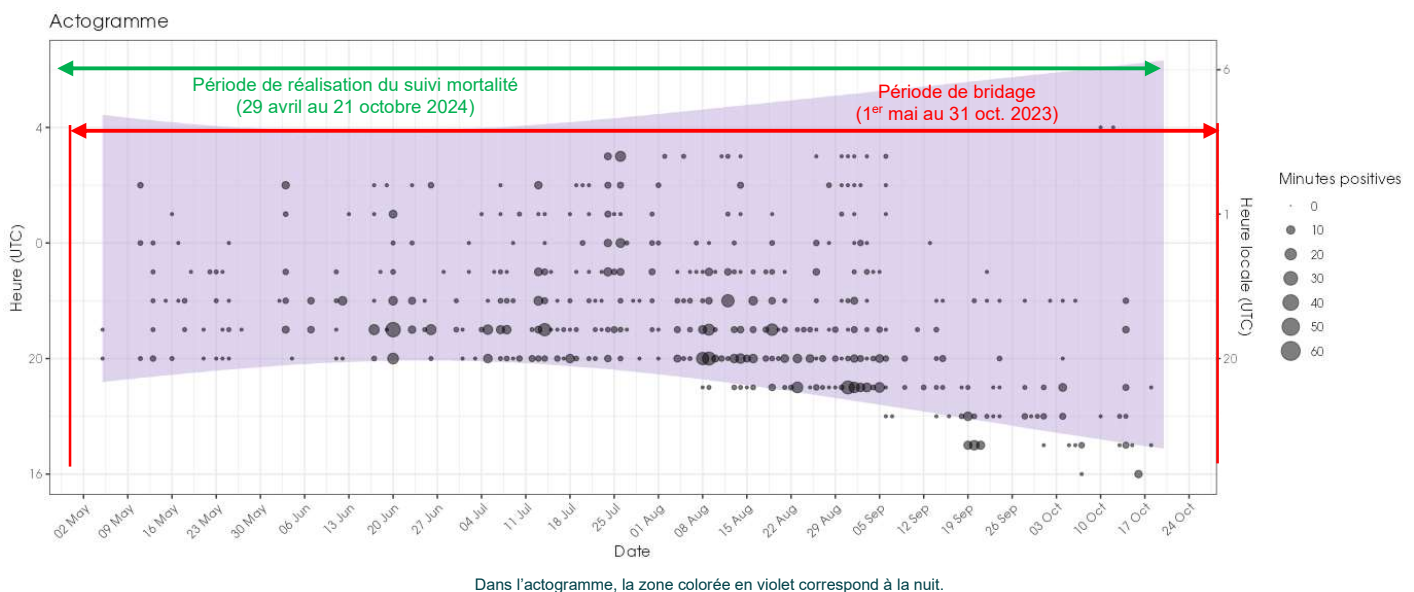
■ **En 2024 :**

Figure 23 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce en 2024

La comparaison des enregistrements et des niveaux d'activité entre les trois années montre une augmentation du nombre de contacts entre 2022/2023 et 2024. La Noctule commune est l'espèce dont le nombre de contacts augmente le moins largement entre 2022 et 2024, là où la Pipistrelle commune a vu son activité être multipliée entre 15 à 20 fois entre 2022 ou 2023 et 2024. Le nombre d'espèces contactées a augmenté en 2024, avec des contacts confirmés de Séroline commune et un contact de Pipistrelle pygmée.

2.2.6 Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques

Les chapitres suivants présentent les analyses des activités notées à hauteur de nacelle (80 m) en fonction de différents paramètres météorologiques : vitesse du vent et température.

Dans le cadre de cette analyse, l'unité de mesure retenue pour calculer l'activité en fonction de la vitesse du vent et de la température par classe reste la minute positive (nombre de minutes au cours desquelles il y a eu au moins un enregistrement de chauves-souris).

Pour l'analyse de l'activité en fonction des paramètres météorologiques, le nombre total de minutes positives pour lesquelles les données météorologiques sont disponibles est de N=1 660 minutes positives sur 186 nuits de suivi, entre le 2 mai et le 4 novembre 2024, au lieu de 1 662 minutes.

2.2.6.1 Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 80 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend du 2 mai au 4 novembre 2024, les instruments de mesure installés sur l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de vitesse de vent allant de 0,23 à 20,34 m/s.

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues (= **conditions utilisées**), en fonction de la vitesse du vent enregistré sur l'éolienne E01 (= **conditions disponibles**) obtenue à hauteur de nacelle 80 m) et durant les 186 nuits de l'étude.

Les résultats sont présentés sous la forme de deux graphiques différents montrant :

- La densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (fonction de densité – pdf) ;
- La répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (fonction de répartition – cdf), en considérant pour chaque classe les contacts obtenus pour une vitesse de vent inférieure ou égale à la valeur indiquée en abscisse.

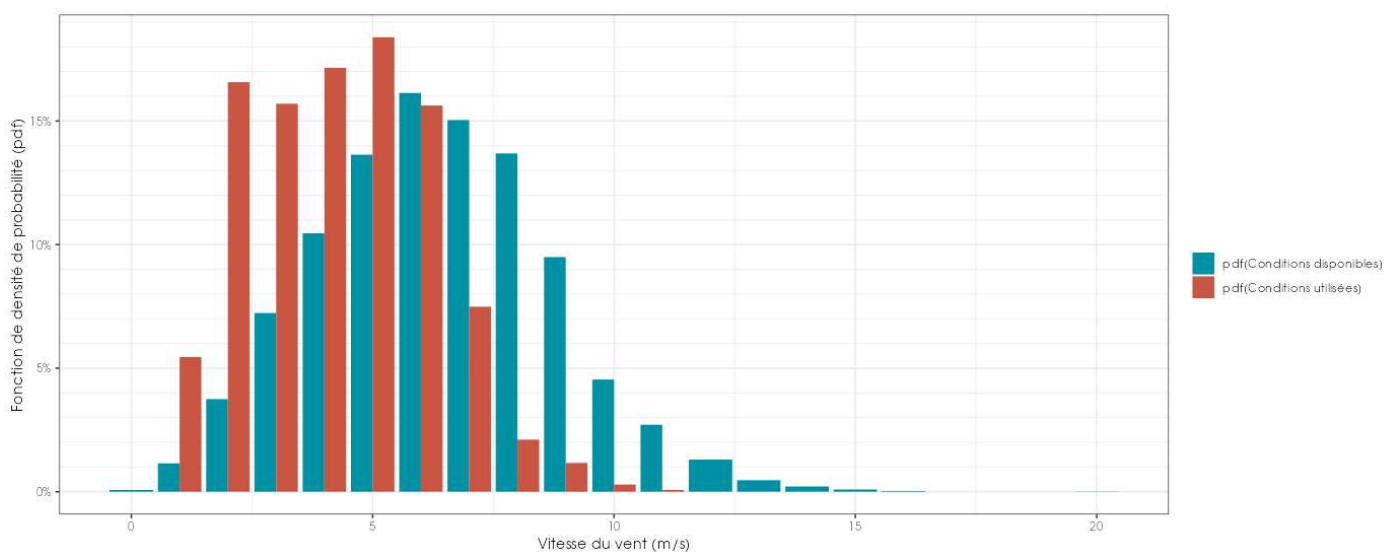


Figure 24 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (80 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce

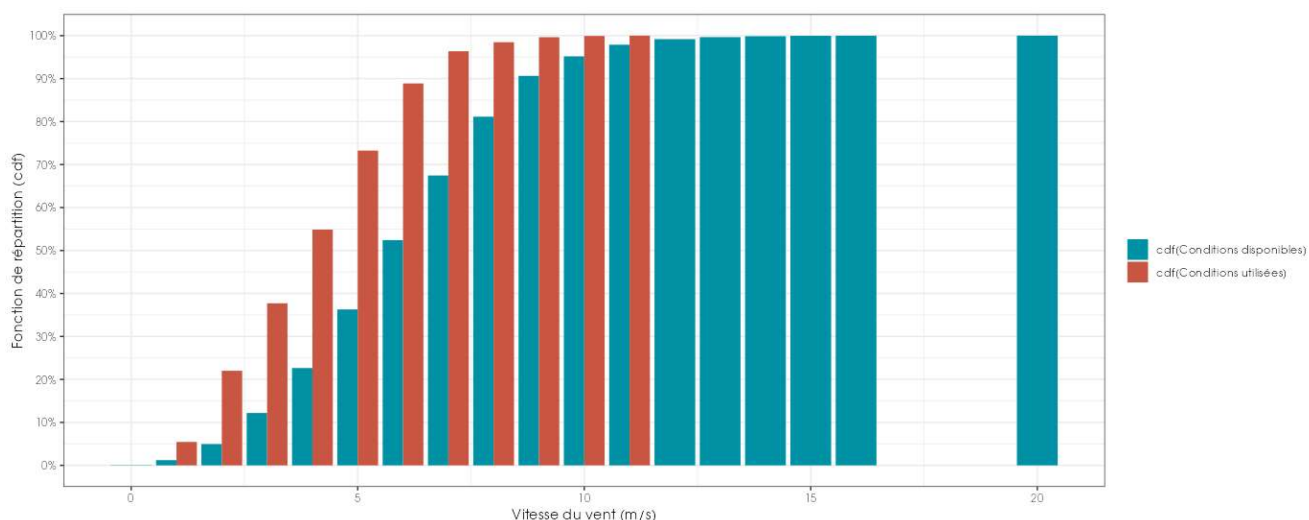


Figure 25 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (80 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 80 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la vitesse du vent diminue de façon significative sur le site à partir de 7 m/s ;
- Les chauves-souris utilisent les conditions disponibles jusqu'à 11 m/s.

Le tableau suivant liste les vitesses de vent en-dessous desquelles des proportions ciblées des contacts (toutes espèces confondues) ont été obtenues, pour l'ensemble des données en altitude.

Tableau 21 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (80 m) en fonction de la vitesse du vent

Contacts en altitude	Vitesse de vent (en m/s à 80m) en-dessous de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus, et nombre de minutes positives correspondant					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	4,44 m/s 830 min. pos.	5,7 m/s 1245 min. pos.	6,35 m/s 1411 min. pos.	6,58 m/s 1494 min. pos.	7,1 m/s 1577 min. pos.	8,83 m/s 1643 min. pos.
Période printanière (mai)	5,07 m/s 29 min. pos.	5,39 m/s 44 min. pos.	5,62 m/s 50 min. pos.	6,07 m/s 53 min. pos.	6,5 m/s 56 min. pos.	6,89 m/s 58 min. pos.
Période estivale (juin à juillet)	2,96 m/s 308 min. pos.	4,58 m/s 463 min. pos.	5,49 m/s 524 min. pos.	6,05 m/s 555 min. pos.	6,42 m/s 586 min. pos.	7,54 m/s 611 min. pos.
Période automnale (août à octobre)	4,86 m/s 492 min. pos.	6,08 m/s 738 min. pos.	6,55 m/s 836 min. pos.	6,7 m/s 886 min. pos.	7,36 m/s 935 min. pos.	9,11 m/s 974 min. pos.

L'analyse de l'affinité permet de décrire le comportement de sélection des conditions environnementales par les chiroptères en s'affranchissant dans une large mesure des biais liés au hasard de l'échantillonnage des conditions disponibles. Une affinité égale à 1 indique qu'il n'y a pas de préférence significative. Une affinité inférieure à 1 indique que les chiroptères semblent éviter ces conditions (**en bleu** dans le graphique suivant). Une affinité supérieure à 1 indique que les chiroptères semblent préférer ces conditions météorologiques pour être actifs (**en rouge** dans le graphique suivant).

Dans le cadre de l'étude, l'analyse des résultats montre une nette préférence des chauves-souris pour des vitesses de vent inférieures à 6,6 m/s.

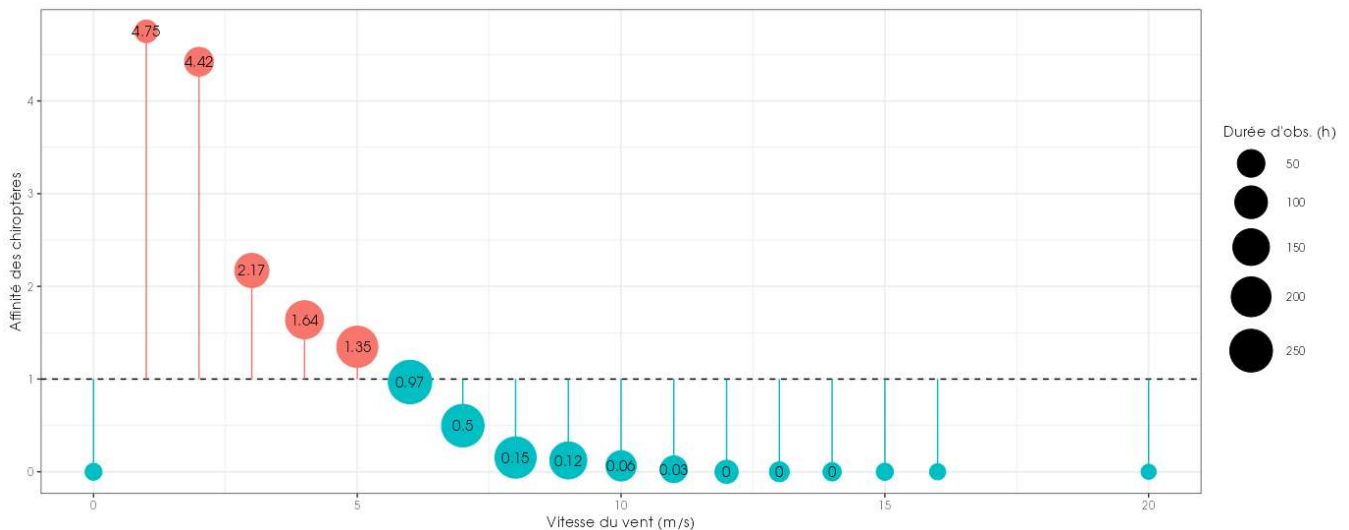


Figure 26 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (80 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la vitesse du vent (mesurée à 80 m), permet de ressortir les principales informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 6,58 m/s ;
- 75% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 5,7 m/s ;
- 50% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 4,44 m/s.

2.2.6.2 Activité en fonction de la température (°C) mesurée à 80 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend du 2 mai au 4 novembre 2024, les instruments de mesure installés sur la nacelle de l'éolienne E01 ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages de températures allant de 8,29 et 36,43°C.

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues (= **conditions utilisées**), en fonction de la température (= **conditions disponibles**) obtenue en altitude (80 m) et durant les 186 nuits de l'étude.

Les résultats sont présentés sous la forme de deux graphiques différents montrant :

- La densité des contacts de chauves-souris par classe de température (fonction de densité – pdf) ;
- La répartition des contacts de chauves-souris par classe de température (fonction de répartition – cdf), en considérant pour chaque classe les contacts obtenus pour une température inférieure ou égale à la valeur indiquée en abscisse.

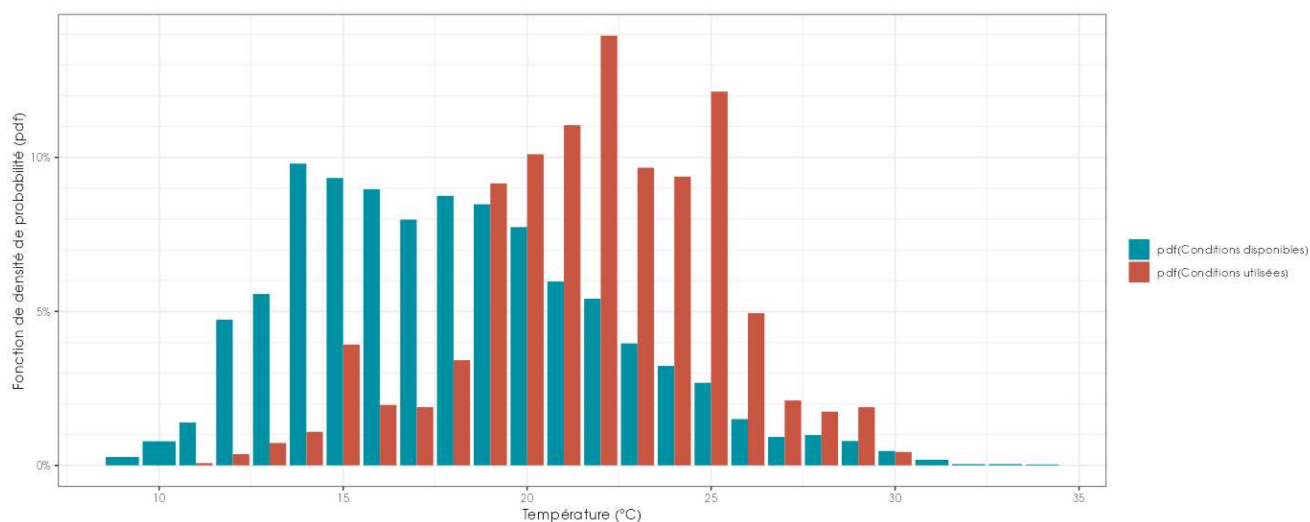


Figure 27 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (80 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce

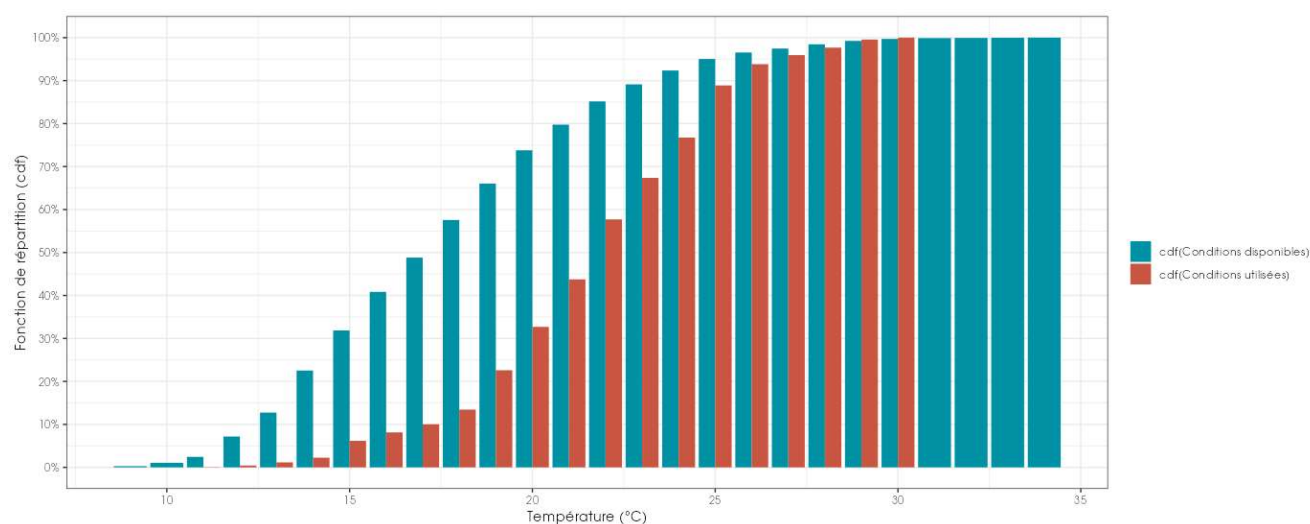


Figure 28 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (80 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 80 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la température est plus importante pour des tranches de température au-dessus de 19°C ;
- Les chauves-souris utilisent globalement les conditions disponibles au-dessus de 10°C.

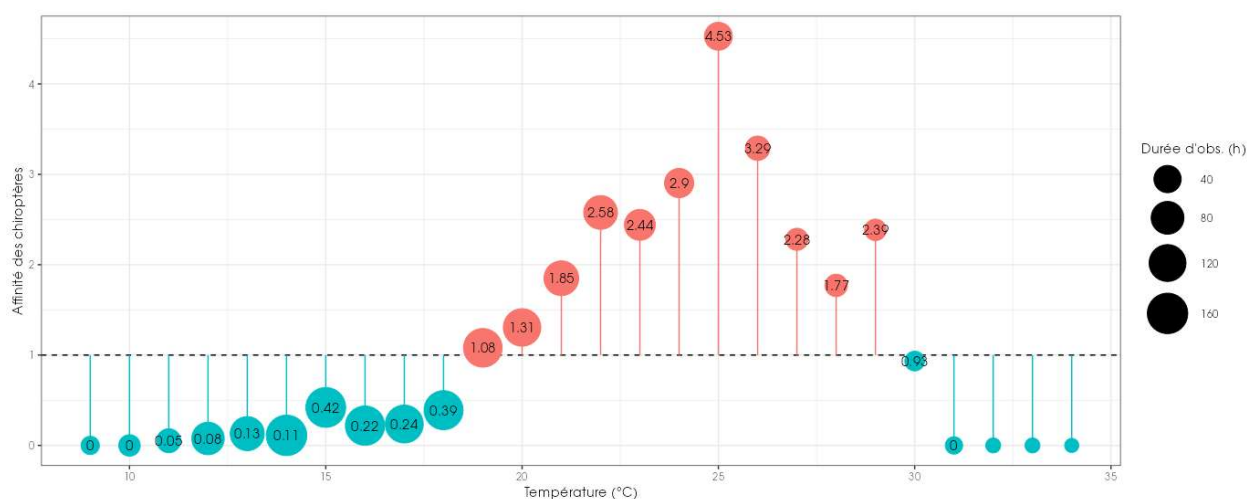
Le tableau suivant liste les températures au-dessus desquelles des proportions ciblées des contacts (toutes espèces confondues) ont été obtenues, pour l'ensemble des données en altitude.

Tableau 22 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane en fonction de la température

Contacts au-dessus de la médiane	Température (en °C à 80 m) au-dessus de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus, et nombre de minutes positives correspondant					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	22°C 830 min pos	19,86°C 1245 min pos	18,9°C 1411 min pos	17,81°C 1494 min pos	15,42°C 1577 min pos	13,68°C 1643 min pos
Période printanière (mai)	19,74°C 29 min pos	15,13°C 44 min pos	14,77°C 50 min pos	14,31°C 53 min pos	14,06°C 56 min pos	13,9°C 58 min pos
Période estivale (juin à juillet)	21,52°C 309 min pos	20,24°C 463 min pos	19,29°C 524 min pos	18,88°C 555 min pos	17,11°C 586 min pos	14,88°C 611 min pos
Période automnale (août à octobre)	23,25°C 492 min pos	19,8°C 738 min pos	18,9°C 836 min pos	17,81°C 886 min pos	15,25°C 935 min pos	13,2°C 974 min pos

L'analyse de l'affinité permet de décrire le comportement de sélection des conditions environnementales par les chiroptères en s'affranchissant dans une large mesure des biais liés au hasard de l'échantillonnage des conditions disponibles. Une affinité égale à 1 indique qu'il n'y a pas de préférence. Une affinité inférieure à 1 indique que les chiroptères semblent éviter ces conditions (**en bleu** dans le graphique suivant). Une affinité supérieure à 1 indique que les chiroptères semblent préférer ces conditions météorologiques pour être actifs (**en rouge** dans le graphique suivant).

Dans le cadre de l'étude, l'analyse des résultats montre une nette préférence des chauves-souris pour des températures nocturnes supérieures à 17°C.

**Figure 29 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (80 m)**

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la température (mesurée à 80 m), permet de tirer les informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été enregistrée à des températures supérieures à 17,81°C ;
- 75% de l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 19,86°C ;
- 50% l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 22°C.

2.2.6.3 Combinaison des facteurs température et vitesse de vent

L'analyse bidimensionnelle de l'activité, en fonction de la vitesse du vent et de la température à la fois, permet de tester si l'une ou l'autre de ces deux variables météorologiques est prédominante et influe donc plus fortement sur le niveau d'activité des chiroptères.

Le graphique suivant représente l'affinité bidimensionnelle, à la fois pour la vitesse du vent et la température. La couleur blanche indique l'absence de préférence par les chiroptères, le **rouge** indique une sélection des conditions 10 fois moins fréquente qu'en absence de préférence, et le **bleu** indique une sélection 10 fois plus fréquente qu'en absence de préférence.

Les conditions qui figurent en bleu sont donc celles sélectionnées par les chauves-souris.

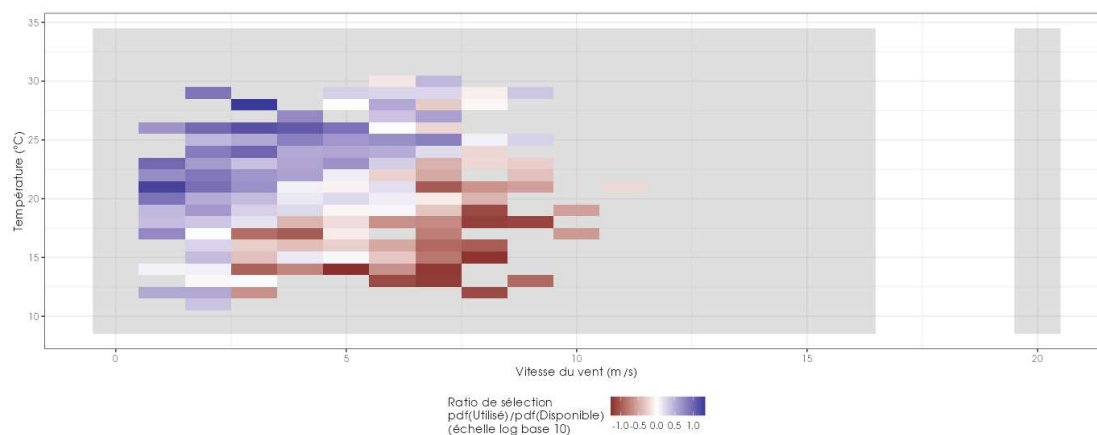


Figure 30 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 80 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris

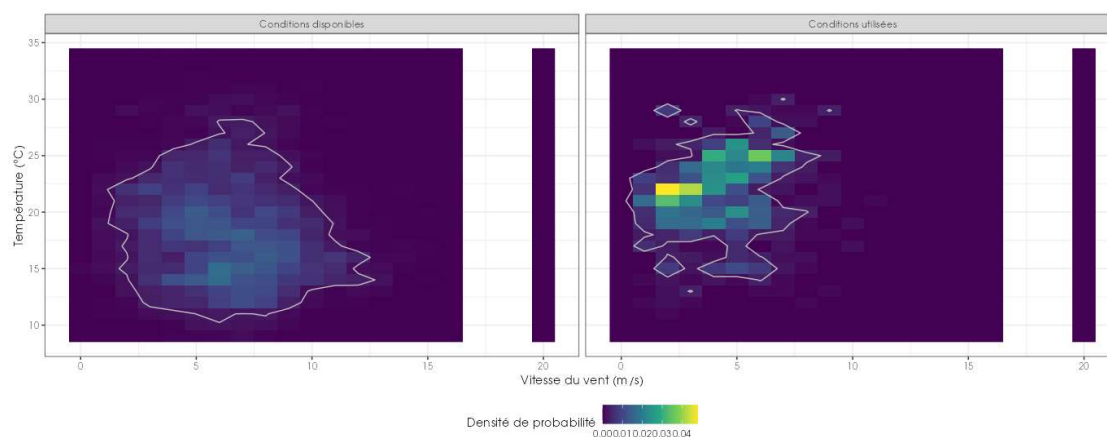


Figure 31 : Météorologie enregistrée sur les capteurs, à gauche - Conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris, à droite. L'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le parc de Lion-en-Beauce et de l'activité des chiroptères enregistrée, il ressort que l'utilisation du site par les chauves-souris est majoritaire dans une gamme de températures comprises entre 16 et 29°C et de vitesses de vent comprises entre 0 et 7 m/s.

Il convient de noter que pour des conditions de vent de 6 à 7 m/s, les chauves-souris sélectionnent des températures enregistrées plus importantes, au-dessus de 25°C. Elles sélectionnent plus facilement des températures plus faibles lorsque les vitesses de vent sont plus faibles.

2.2.7 Synthèse de l'activité des chiroptères en hauteur

Cette étude a permis de définir l'activité des chauves-souris en altitude et d'évaluer plus précisément les conditions favorables à leur activité.

Un dispositif d'enregistrement automatique (SM4BAT) équipé d'un micro a été placé à 80 m au sein de la nacelle de l'éolienne E01 du parc éolien de Lion-en-Beauce dans le Loiret (45), en 2024. Il a permis d'enregistrer l'activité des chauves-souris entre le 2 mai et le 4 novembre 2024, soit durant 186 nuits.

Les enregistrements indiquent la présence de sept espèces en altitude sur l'année 2024. Cela représente 28 % des 25 espèces répertoriées en région Centre-Val de Loire. Il s'agit d'une diversité moyenne considérant que les enregistrements ont été réalisés en altitude. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude.

Sur la période d'enregistrement de l'activité des chauves-souris, l'activité en altitude observée peut être considérée comme **très forte** au regard du référentiel Actichiro Altitude.

Le suivi en altitude montre que :

- La **Pipistrelle commune** domine le peuplement chiroptérologique en altitude avec 30 à 36% des contacts en altitude selon la méthode de calcul utilisée. C'est une espèce typiquement bien représentée en altitude. Son activité est considérée comme très forte durant les trois périodes d'activité.
- La **Noctule de Leisler** est la seconde espèce la plus représentée en minutes positives, avec 20,9% des contacts. Cette espèce de haut vol est plus ou moins largement présente en altitude selon les parcs. Son activité est considérée comme très forte durant les trois périodes d'activité.
- La **Noctule commune** est la troisième espèce la plus représentée en altitude, avec 19,9% des contacts en minute positive, pratiquement à égalité avec la Noctule de Leisler. Cette espèce de haut vol présente un fort enjeu de conservation, particulièrement en région Centre-Val de Loire. Son activité est considérée comme très forte durant les trois périodes d'activité.
- Le **groupe des « sérotules »** indéterminées est également bien représenté avec 18,9% des contacts, ce groupe comprend la Noctule de Leisler, la Noctule commune et la Sérotine commune, ces trois espèces présentant un important taux de recouvrement de leurs signaux ultrasonores, rendant l'identification à l'espèce parfois impossible. L'activité du groupe est considérée comme très forte durant les trois périodes d'activité.
- La **paire des Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius** représente 8,3% des contacts en altitude et est donc moins contacté au niveau de la nacelle que les autres espèces. L'activité du groupe est considérée comme très forte durant les trois périodes d'activité.

La phénologie observée montre un important pic d'activité début août, ainsi qu'une activité importante en juin et juillet. Il est toutefois possible que la migration automnale ait été précoce en 2024, expliquant la très forte activité de juillet et le pic automnal situé début août. Le pic maximal d'activité a cependant eu lieu mi-juin et est dû à la Pipistrelle commune.

L'activité en altitude est généralement concentrée en début de nuit avec un pic au niveau de la deuxième heure de la nuit de manière constante sur toute la période d'enregistrement. En période automnale, l'activité se poursuit cependant sur l'ensemble de la nuit, contrairement au printemps et à l'été où l'activité cesse après le milieu de la nuit.

Une relation marquée entre l'activité des chauves-souris en altitude, les vitesses de vent et la température a été mise en évidence :

- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des vitesses de vent inférieures à 6,58 m/s ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des températures supérieures à 17,81°C.

2.3 Résultats du suivi de mortalité

2.3.1 Résultats bruts

2.3.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts



Au total, 13 cadavres ont été trouvés au sein du parc éolien de Lion-en-Beauce, dont 9 oiseaux (7 espèces) et 4 chauves-souris (2 espèces) entre le 29 avril 2024 et le 21 octobre 2024.

Les espèces d'oiseaux trouvées sont la Bergeronnette grise (1 individu), l'Etourneau sansonnet (1 individu), le Faisan de Colchide (1 individu), le Faucon crécerelle (2 individus), la Linotte mélodieuse (1 individu), la Mouette rieuse (1 individu) et le Pigeon ramier (2 individus), découvertes entre le 29 avril et le 16 septembre 2024. Les espèces d'oiseaux les plus fréquemment observées sont le Faucon crécerelle et le Pigeon ramier avec respectivement 2 individus trouvés.

Les espèces de chauves-souris trouvées sont la Noctule de Leisler (2 individus) et la Pipistrelle commune (2 individus), recensées entre le 7 mai 2024 et le 12 août 2024.

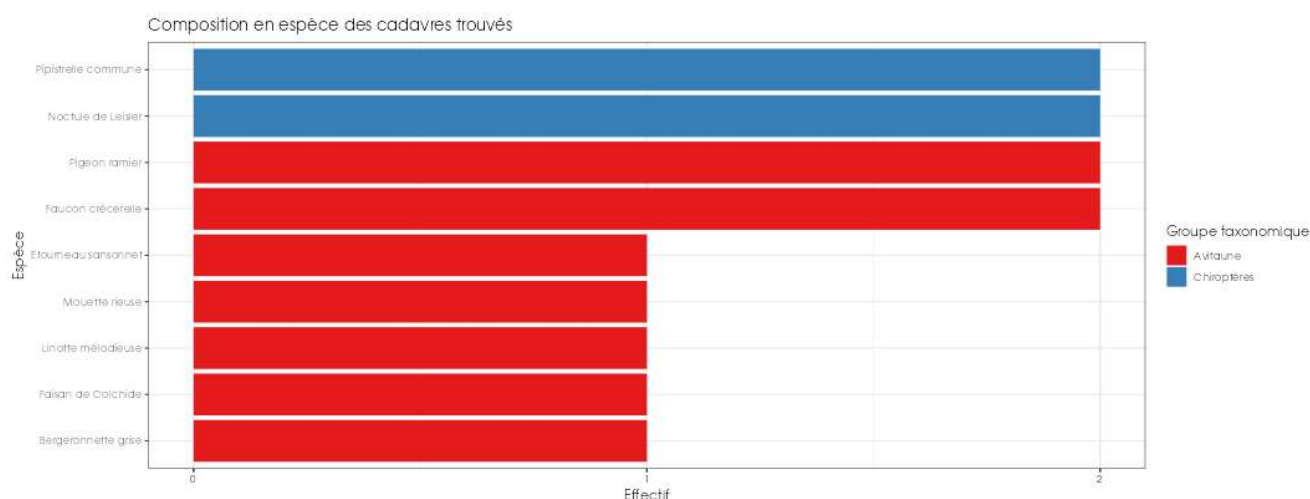


Figure 32 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Lion-en-Beauce



Faucon crécerelle



Mouette rieuse



Noctule de Leisler



Pipistrelle commune

Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. © Biotope

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les cadavres d'oiseaux ont été observés sur trois périodes : de fin avril à début-juin puis début juillet à début août et enfin mi-septembre. Au regard des effectifs, il semble y avoir une concentration des observations sur la période de reproduction (fin avril-début juillet) (7 des 9 cadavres découverts). En période de dispersion à la suite de la période de reproduction voire début de migration postnuptiale, les effectifs sont moindres (2 des 9 cadavres découverts) (Figure 33) ;
- Les cadavres de chiroptères ont également été retrouvés pour la plupart en début de suivi entre le 7 mai (période de migration printanière) et le 10 juin 2024 (période de mise-bas et d'élevage des jeunes). Un seul chiroptère a été retrouvé après cette période, à savoir le 12 août 2024, correspond à la période de migration automnale.

L'ensemble des individus découverts sont mort par barotraumatisme et/ou par collision avec les pales soit 100% des individus dont la mort est imputable aux éoliennes.

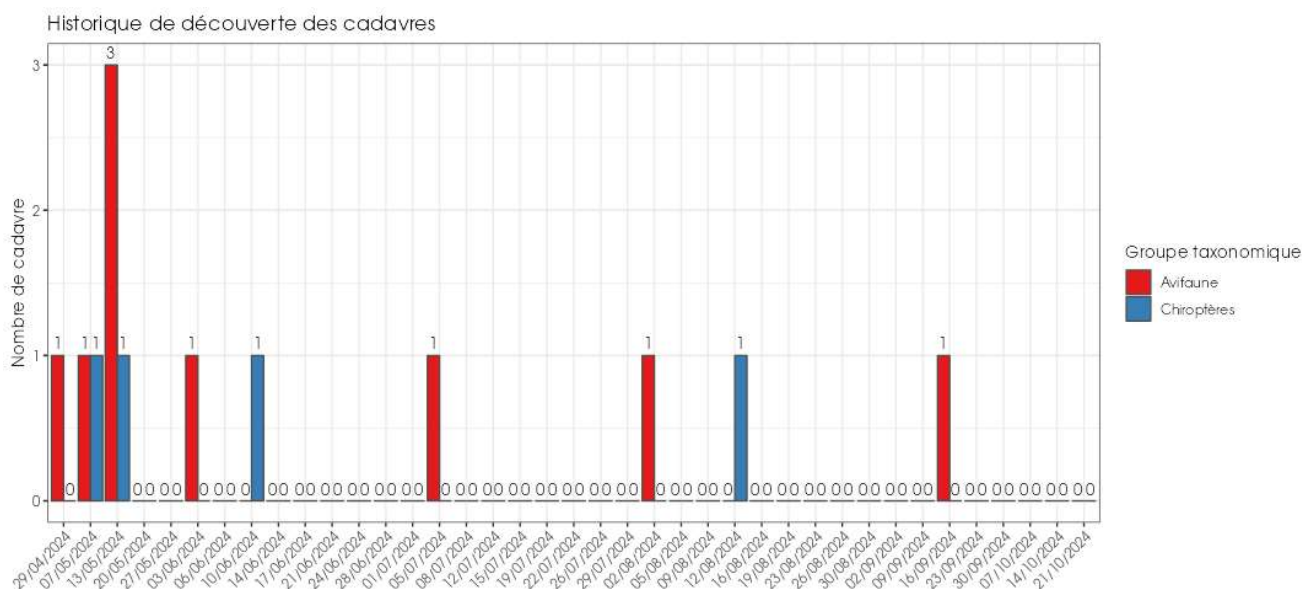


Figure 33 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Lion-en-Beauce

2.3.1.1 Suivi par éolienne

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous l'ensemble des éoliennes avec des valeurs assez différentes entre elles. Au cumulé (avifaune + chiroptères), l'éolienne E02 montre un nombre de découvertes de cadavres le plus important avec 6 oiseaux et 1 chiroptère. L'éolienne E01 montre une mortalité plus faible que E02 (3 oiseaux et 1 chiroptère) et enfin l'éolienne E03 présente le plus faible nombre de cadavres retrouvés (mais celle où le plus de cadavre de chiroptère a été retrouvé).

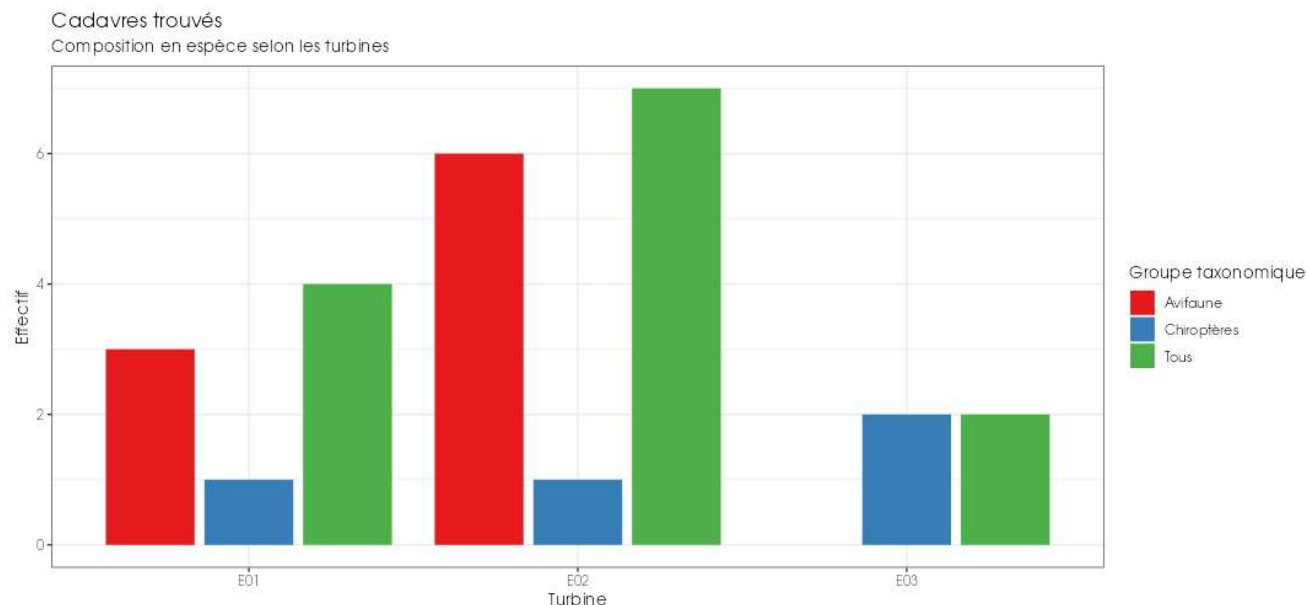


Figure 34 : Nombre de cadavres découverts par éolienne

Les éoliennes E02 et E01 présentent des cas de mortalités aussi bien pour l'avifaune que pour les chiroptères. Les mortalités brutes recensées varient fortement entre les éoliennes, comprises entre 2 et 7 cadavres par éolienne et par groupe faunistique. La majorité des cadavres appartient au groupe des oiseaux (9 individus). L'éolienne E02 (dans une moindre mesure) semble avoir un impact plus marqué que les autres machines sur la base des résultats bruts.

2.3.1.2 Répartition spatiale des observations

Les observations ont été réalisées sur l'ensemble des distances prospectées. L'individu retrouvé le plus loin d'une éolienne est une Noctule de Leisler observé à 55 m.

Si l'on regarde la localisation des observations par rapport aux éoliennes suivies, les observations semblent différentes entre les deux groupes, plus éloignées de l'éolienne pour les chiroptères avec un pic autour des 50 m et plus étalées/homogènes pour l'avifaune. Notons également que les découvertes ont été plus fréquemment réalisées à l'est des éoliennes.

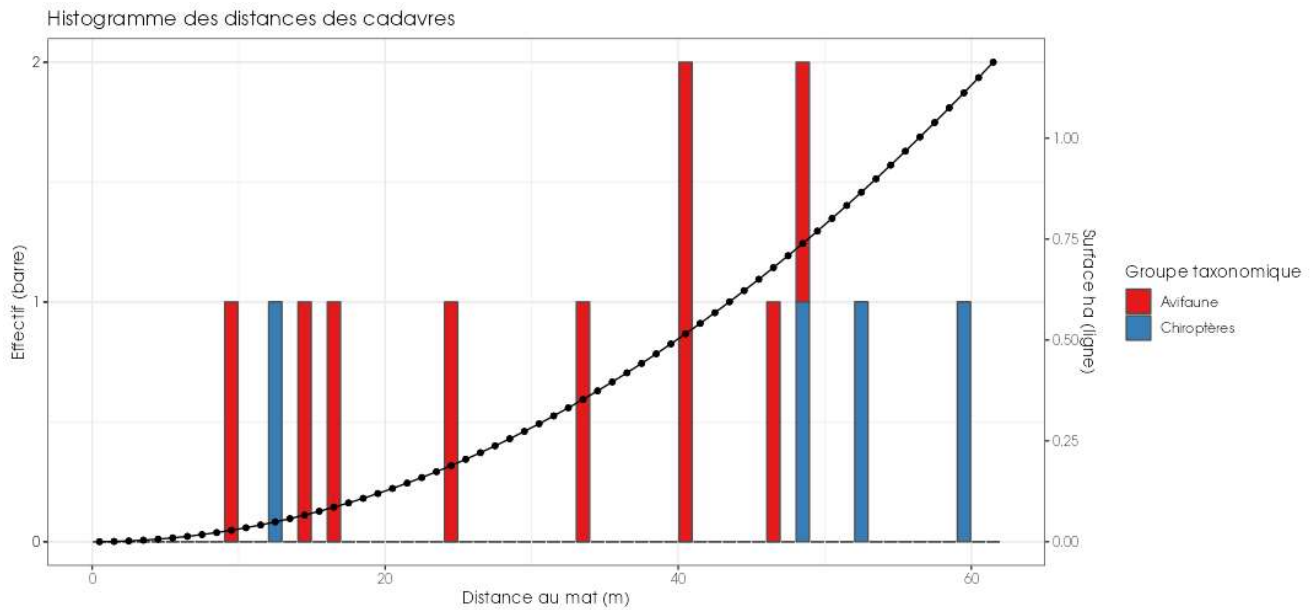


Figure 35 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Lion-en-Beauce. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne

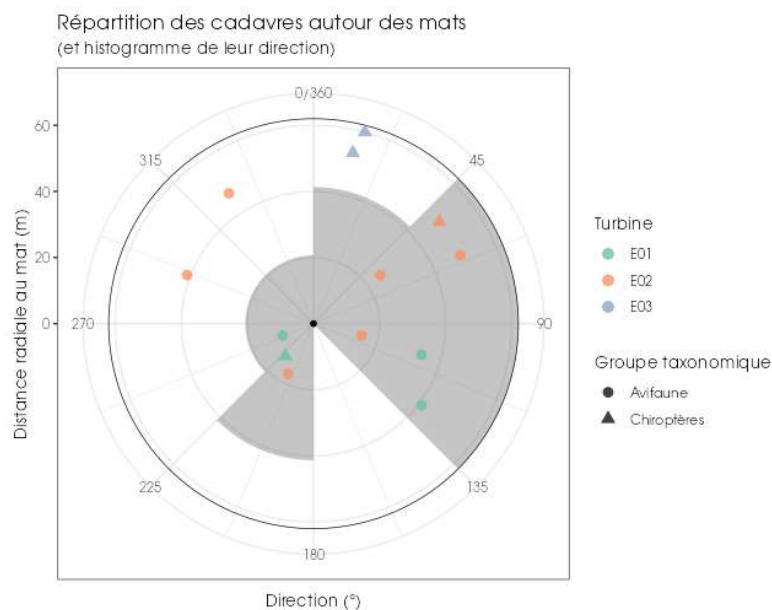


Figure 36 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation. Le cercle noir correspond au rayon de prospection maximale de la zone échantillonnée

2.3.1.3 Description des oiseaux retrouvés

9 individus répartis au sein de 7 espèces ont été retrouvés et identifiés sous les éoliennes du parc de Lion-en-Beauce : la **Bergeronnette grise** (1 individu), l'**Etourneau sansonnet** (1 individu), le **Faisan de Colchide** (1 individu), le **Faucon crécerelle** (2 individus), la **Linotte mélodieuse** (1 individu), la **Mouette rieuse** (1 individu) et le **Pigeon ramier** (2 individus).

À titre de comparaison, Biotope a mis à jour en 2024 leur « **référentiel de mortalité brute** » cumulant l'ensemble des observations de cadavres d'oiseaux réalisées dans le cadre de suivis environnementaux au niveau métropolitain entre 2019 et 2023. Ce référentiel permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles au collision/barotraumatisme à l'échelle nationale.

On constate que le Faucon crécerelle, le Pigeon ramier et l'Etourneau sansonnet sont des espèces fréquemment observées en France. En effet, sur les 84 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elles font parties des 7 espèces les plus découvertes en Métropole. La Linotte mélodieuse et la Mouette rieuse se situent au 16^{ème} rang de notre référentiel de mortalité brute. Enfin, le Faisan de Colchide et la Bergeronnette grise sont les espèces les moins fréquemment observées en France métropolitaine parmi l'ensemble des 7 espèces observées lors de ce suivi, classées au 21^{ème} rang.

De la même manière, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr (mise à jour le 9 août 2023) sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien en Europe permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles au collision/barotraumatisme à l'échelle européenne (base de données compilant des informations fournies de façon volontaire).

On constate que le Faucon crécerelle, le Pigeon ramier et la Mouette rieuse sont des espèces fortement impactées en Europe et en France. En effet, sur les 305 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité, elles font parties des 10 espèces les plus découvertes en Europe d'après la base de Tobias Dürr. La Bergeronnette grise et le Faisan de Colchide se situent au 22^{ème} rang européen et sont assez communes pour la France (42^{ème} et 10^{ème} rang). Enfin, la Linotte mélodieuse est beaucoup moins fréquente, aussi bien en Europe qu'en France (rang 49 en Europe et 35 pour la France).

On notera enfin qu'en région Centre-Val de Loire, la DREAL a élaboré un outil interactif accessible à tous, permettant de disposer d'une synthèse des données recueillies sur la mortalité des oiseaux et des chauves-souris dans les parcs éoliens de la région Centre-Val de Loire, avec des restitutions géographiques et sous forme de graphiques (mortalité par espèce, par mois, etc.). L'outil conçu n'a pas l'ambition d'analyser de manière fine les causes de mortalité (paysage périphérique au parc, modèle d'éolienne, etc.), ni de comparer les parcs entre eux. Il est important de rappeler ici que les restitutions présentées sont réalisées sur la base des données de mortalité brute, c'est-à-dire celle constatée sur le terrain lors des prospections et non celle estimée à l'échelle de chaque parc et sur une année complète. La mortalité brute correspond au nombre de cadavres effectivement récoltés au pied des éoliennes et dont la mortalité est attribuable aux aérogénérateurs, sur la période de prospection propre à chaque suivi. Les données de mortalité brute ne peuvent être comparées d'un parc à l'autre, car elles dépendent du nombre d'années de suivis, des périodes de prospections, du nombre de passages, du taux de prédation des cadavres, du nombre d'éoliennes suivies... Cette base de données publiée le 23/03/2023 puis mise à jour le 13/11/2024 peut à l'image du référentiel de mortalité brute de Biotope ou la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles au collision/barotraumatisme à l'échelle régionale. Ainsi, au niveau régional, entre 2015 et 2022, on constate que :

- le Faucon crécerelle est la 4^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 7,38 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- le Pigeon ramier est la 5^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 6,91 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- l'Etourneau sansonnet est la 7^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 5,23 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- le Faisan de Colchide est la 9^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 3,55 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- la Linotte mélodieuse est la 17^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 0,93 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- la Bergeronnette grise est la 37^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 0,28 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- la Mouette rieuse est la 46^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 0,19 % des cadavres d'oiseaux retrouvés.

Pour rappel, les bases de données observationnelles, que ce soit celle de Biotope ou celle de Tobias Dürr présentent un intérêt comparatif qui reste toutefois limité. En effet, l'ensemble des biais et limites quant à l'effort de prospection associés à chaque découverte n'est pas intégré dans ce type de base de données. Aussi, ces observations ne représentent qu'une partie de la réalité de la mortalité réelle pour laquelle il reste impossible de vérifier leur concordance.

Par ailleurs, la base de données concernant l'avifaune mise à disposition par Tobias Dürr se base sur des observations transmises de manière volontaire. Elle permet, comme celle de Biotope, de comparer la mortalité observée sur le parc de Lion-en-Beauce par rapport à celle recensée aux échelles nationale et européenne. Cependant, si elle donne une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elle est loin d'être exhaustive. Les données françaises recueillies par Tobias Dürr proviennent d'une faible proportion de parcs Français. Il s'agit néanmoins de la synthèse Européenne la plus détaillée qui existe à ce jour et qui est conforté au niveau métropolitain par le « référentiel de mortalité brute » réalisé par Biotope en 2022.

Tableau 23 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023 ; Dürr, 2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 13/11/2024) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2023 pour des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotope	Rang Régional	A	BE	D	E	NL	PT	Rang Lion-en-Beauce
Bergeronnette grise	51 (55)	42 (14)	21 (10)	37 (3)	/	19 (2)	39 (11)	29 (27)	21 (1)	/	2 (1)
Etourneau sansonnet	14 (365)	7 (190)	7 (39)	7 (56)	9 (9)	6 (27)	/	42 (8)	/	/	2 (1)
Faisan de Colchide	22 (203)	10 (97)	21 (10)	9 (38)	1 (62)	17 (4)	26 (32)	48 (2)	27 (5)	17 (5)	2 (1)
Faucon crécerelle	3 (867)	3 (347)	2 (105)	4 (79)	3 (28)	14 (7)	8 (155)	2 (273)	10 (14)	3 (39)	1 (2)
Linotte mélodieuse	49 (67)	34 (25)	16 (13)	17 (10)	14 (3)	/	48 (2)	31 (24)	21 (1)	10 (10)	2 (1)
Mouette rieuse	5 (777)	9 (144)	16 (13)	46 (2)	13 (4)	2 (331)	6 (179)	48 (2)	2 (103)	/	2 (1)
Pigeon ramier	10 (469)	5 (222)	6 (55)	5 (74)	11 (13)	11 (13)	5 (196)	36 (14)	9 (16)	/	1 (2)

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, D = Allemagne, E = Espagne, NL = Hollande, PT = Portugal

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2019, on constate que toutes les espèces découvertes sous les éoliennes du parc avaient déjà été contactées à l'exception de la Mouette rieuse.

2.3.1.3.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 24 présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le parc de Lion-en-Beauce à l'échelle régionale, française et européenne.

La Linotte mélodieuse a un statut « vulnérable » (VU) sur la liste rouge des oiseaux nicheurs au niveau national. Le Faucon crécerelle et la Mouette rieuse ont quant à eux un statut « quasi-menacé » (NT) sur la liste rouge des oiseaux nicheurs au niveau national. A noter que la Mouette rieuse est également considérée « en danger » (EN) sur la liste rouge régionale (région Centre-Val de Loire).

Ainsi, la Linotte mélodieuse et la Mouette rieuse ont fait l'objet d'une fiche d'incidence chacune en raison de leur statut « vulnérable » ou « en danger » au niveau national ou régional (cf. annexe).

Tableau 24 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Lion-en-Beauce

Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France nicheur (2016)	Liste rouge nicheur Centre-Val de Loire (2013)	Statut de rareté migrateur Centre-Val de Loire (2002)
Bergeronnette grise	Article 3	-	LC	LC	LC	MC
Etourneau sansonnet	-	-	LC	LC	LC	MC
Faisan de Colchide	-	-	LC	NE	-	-
Faucon crécerelle	Article 3	-	LC	NT	LC	MC
Linotte mélodieuse	Article 3	-	LC	VU	NT	MC
Mouette rieuse	Article 3	-	LC	NT	EN	MC
Pigeon ramier	-	-	LC	LC	LC	MC

Légende :

Protection nationale

- Arrêté interministériel du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection : Article 3 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

Directive Oiseaux

- Il s'agit de la DIRECTIVE 2009/147/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages. Elle vise à assurer une protection de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen.
- Annexe I : espèces faisant l'objet de mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leur habitat (Zone de Protection Spéciale).
- Annexe II : espèces pouvant être chassées :
- Partie 1 (A.II.1) : espèces pouvant être chassées dans la zone géographique maritime et terrestre d'application de la présente directive ;
- Partie 2 (A.II.2) : espèces pouvant être chassées seulement dans les États membres pour lesquels elles sont mentionnées.
- Annexe III : espèces pouvant être commercialisées :
- Partie 1 (A.III.1) : espèces pour lesquelles la vente, le transport pour la vente, la détention pour la vente ainsi que la mise en vente ne sont pas interdites, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou autrement licitement acquis ;
- Partie 2 (A.III.2) : espèces pour lesquelles les États membres peuvent autoriser sur le territoire la vente, le transport pour la vente, la détention pour la vente ainsi que la mise en vente et à cet effet prévoir des limitations, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou capturés ou autrement licitement acquis.

Listes rouges

- Birdlife International (2021) European Red List of Birds. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOE et ONCFS, 2016).
- Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs en Centre-Val de Loire (UICN, 2013).
- DD : non évalué, LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable.

Rareté

- Niveau de rareté Centre-Val de Loire (PERTHUIS, 2002).
- M : migrateur ; H : Hivernant ; C : commun ; PC : peu commun ; R : rare ; O : occasionnel ; 5 : très commun ; 4 : commun ; 3 : peu commun.

2.3.1.1 Description des chauves-souris retrouvées

4 individus répartis au sein de 2 espèces ont été retrouvés morts sur le parc de Lion-en-Beauce : la **Pipistrelle commune** (2 individus) et la **Noctule de Leisler** (2 individus).

La **Pipistrelle commune** est une espèce assez sédentaire. Elle s'éloigne ainsi peu de son domaine vital. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales, proches du parc éolien (quelques kilomètres).

La **Noctule de Leisler** est quant à elle une espèce migratrice. Il est donc possible que les individus touchés par le parc de Lion-en-Beauce étaient des individus en migration. On ne peut cependant pas affirmer cela avec certitude : des colonies de mise-bas sont présentes en France et de nouvelles colonies sont découvertes chaque année.

À titre de comparaison, Biotope a mis à jour en 2024 un « **référentiel de mortalité brute** » cumulant l'ensemble des observations de cadavres de chiroptères réalisés dans le cadre de suivis environnementaux au niveau métropolitain depuis 2019. Ce référentiel permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles au collision/barotraumatisme à l'échelle nationale.

On constate que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus fréquemment observée en France. En effet, sur les 13 espèces ou groupes d'espèces comptabilisés dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elle est de loin l'espèce la plus découverte en Métropole. La Noctule de Leisler quant à elle est la seconde espèce la plus observée si l'on se réfère à notre référentiel de mortalité brute.

De la même manière, la synthèse de données disponibles de Tobias Dürr (mise à jour le 9 août 2023) sur les cadavres de chauves-souris relate :

- Que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus touchée par les parcs éoliens à l'échelle européenne et à l'échelle française ;
- Que la Noctule de Leisler est la 4^{ème} espèce la plus impactée en Europe et la 5^{ème} en France.

On notera enfin qu'en région Centre-Val de Loire, la DREAL a élaboré un outil interactif accessible à tous, permettant de disposer d'une synthèse des données recueillies sur la mortalité des oiseaux et des chauves-souris dans les parcs éoliens de la région Centre-Val de Loire, avec des restitutions géographiques et sous forme de graphiques (mortalité par espèce, par mois, etc.). L'outil conçu n'a pas l'ambition d'analyser de manière fine les causes de mortalité (paysage périphérique au parc, modèle d'éolienne, etc.), ni de comparer les parcs entre eux. Il est important de rappeler ici que les restitutions présentées sont réalisées sur la base des données de mortalité brute, c'est-à-dire celle constatée sur le terrain lors des prospections et non celle estimée à l'échelle de chaque parc et sur une année complète. La mortalité brute correspond au nombre de cadavres effectivement récoltés au pied des éoliennes et dont la mortalité est attribuable aux aérogénérateurs, sur la période de prospection propre à chaque suivi. Les données de mortalité brute ne peuvent être comparées d'un parc à l'autre, car elles dépendent du nombre d'années de suivis, des périodes de prospections, du nombre de passages, du taux de prédation des cadavres, du nombre d'éoliennes suivies... Cette base de données publiée le 23/03/2023 puis mise à jour le 13/11/2024 peut à l'image du référentiel de mortalité brute de Biotope ou la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles aux collisions/barotraumatismes à l'échelle régionale. Ainsi, au niveau régional, entre 2015 et 2023, on constate que :

- La Pipistrelle commune est l'espèce la plus impactée par l'éolien. Elle représente actuellement 39,48 % des cadavres de chiroptères retrouvés ;
- La Noctule de Leisler est la troisième espèce la plus impactée régionalement, soit 10,66 % des cadavres de chauves-souris retrouvés.

Pour rappel, les bases de données observationnelles, que ce soit celle de Biotope ou celle de Tobias Dürre présentent un intérêt comparatif qui reste toutefois limité. En effet, l'ensemble des biais et limites quant à l'effort de prospection associés à chaque découverte n'est pas intégré dans ce type de base de données. Aussi, ces observations ne représentent qu'une partie de la réalité de la mortalité réelle pour laquelle il reste impossible de vérifier leur concordance.

Par ailleurs, la base de données concernant les chiroptères mise à disposition par Tobias Dürre se base sur des observations transmises de manière volontaire. Elle permet, comme celle de Biotope, de comparer la mortalité observée sur le parc de Lion-en-Beauce par rapport à celle recensée aux échelles nationale et européenne. Cependant, si elle donne une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elle est loin d'être exhaustive. Les données françaises recueillies par Tobias Dürre proviennent d'une faible proportion de parcs Français. De plus, ces chiffres sont des approximations car on note une grande part d'individus indéterminés au sein de chaque genre (Pipistrelle indéterminée, Noctule indéterminée, etc.). De même, pour un grand nombre d'individus, même le genre n'a pas pu être déterminé du fait, entre autres, de leur état de décomposition avancée et/ou de la non-présence de spécialistes à proximité capables d'identifier notamment les pipistrelles grâce à leur dentition. Toutefois il s'agit néanmoins de la synthèse Européenne la plus détaillée qui existe à ce jour et qui est confortée au niveau métropolitain par le « référentiel de mortalité brute » réalisé par Biotope en 2022.

Tableau 25 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürre (mis à jour le 09/08/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2023 pour des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotope	Rang Régional	A	BE	CR	D	ES	PT	Rang Lion-en-Beauce (effectif)
Pipistrelle commune	1 (3 401)	1 (1 931)	1 (411)	1 (298)	4 (2)	1 (30)	5 (5)	3 (802)	1 (211)	1 (323)	1 (2)
Noctule de Leisler	4 (813)	5 (243)	2 (127)	3 (78)	/	/	6 (4)	4 (199)	7 (15)	2 (273)	1 (2)

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, CR = Croatie, D = Allemagne, ES = Espagne, PT = Portugal

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2019, on constate que les espèces découvertes sous les éoliennes du parc avaient déjà toutes été contactées. Pour rappel, la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler présentaient un niveau d'enjeu évalué à fort. Lors des écoutes en altitude réalisées en 2018, la Pipistrelle commune était l'espèce la plus contactée à 10 m de hauteur alors que la Noctule de Leisler était la troisième espèce la plus contactée, autant à 10 m qu'à 80 m de hauteur.

La plupart des chauves-souris effectue des déplacements entre leurs gîtes estivaux et leurs gîtes d'hivernation, variant de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres. Quatre espèces effectuent cependant de véritables migrations, parcourant parfois plus de 1 000 km : la Noctule commune, la Noctule de Leisler (2 cas de mortalité recensés en 2024 sur le parc éolien de Lion-en-Beauce), la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine bicolore (Hutterer et al. 2005). Ces espèces se reproduisent en Europe du Nord et de l'est. Les jeunes naissent entre juin et fin juillet et s'émancipent au bout de quelques semaines. On assiste donc à une migration automnale, dès le mois d'août, d'individus qui reviennent des sites de mise-bas du nord et de l'est de l'Europe pour venir s'accoupler et hiberner en Europe de l'Ouest. Ces mouvements concernent essentiellement les femelles et les jeunes, à l'exception de la Sérotine bicolore où la majorité des données en période de migration concernent des mâles. Au printemps, les femelles retournent sur leur site de mise-bas. Des colonies de mise-bas sont également présentes en France, bien que rares. Cependant, cette rareté peut être liée à un manque de connaissances, de nouvelles colonies étant découvertes chaque année, notamment pour les noctules (Arthur & Lemaire, 2015).

La Noctule commune et la Pipistrelle commune font partie des espèces les plus impactées par les parcs éoliens en fonctionnement (en Europe : Gaultier et al., 2020). Les chiroptères sont des animaux ayant une longue espérance de vie mais une faible fécondité, entraînant un faible renouvellement des populations. Une forte mortalité des adultes est donc particulièrement dommageable pour les populations (Arthur & Lemaire, 2015).

2.3.1.1.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 26 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le parc de Lion-en-Beauce à l'échelle de la région Centre-Val de Loire, de la France et de l'Europe. Les 2 espèces contactées sont strictement protégées en France et dans l'Union Européenne. La Pipistrelle commune est par ailleurs considérée comme patrimoniale en France car « quasi menacée » (NT). La Noctule de Leisler est « quasi menacée » en France et également en région Centre Val-de-Loire.

Tableau 26 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Lion-en-Beauce

Espèce	Directive Habitats	Protection nationale	Liste rouge Europe (2012)	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Centre-Val de Loire (2012)
Pipistrelle commune	Annexe IV	Article 2	LC	NT	LC
Noctule de Leisler	Annexe IV	Article 2	LC	NT	NT

Légende :

Protection nationale :

- Arrêté interministériel du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (modif. Arrêté du 15 septembre 2012) : Article 2 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

Directive Habitats :

- L'annexe IV de la directive européenne 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », liste les espèces animales et végétales d'intérêt européen qui nécessitent une protection stricte sur le territoire des états membres de l'Union européenne.

Listes rouges Europe, France et Centre val de Loire

- Liste rouge européenne des espèces menacées (UICN, 2012)
- Liste rouge des espèces menacées en France, Mammifères de France métropolitaine (UICN France & MNHN, 2017)
- GIP Centre val de Loire Environnement (2015). Liste rouge régionale et Responsabilité biologique régionale. Reptiles et batraciens de Centre val de Loire LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable

2.3.1.1 Evaluation de tendance à travers les quantiles de mortalité brute

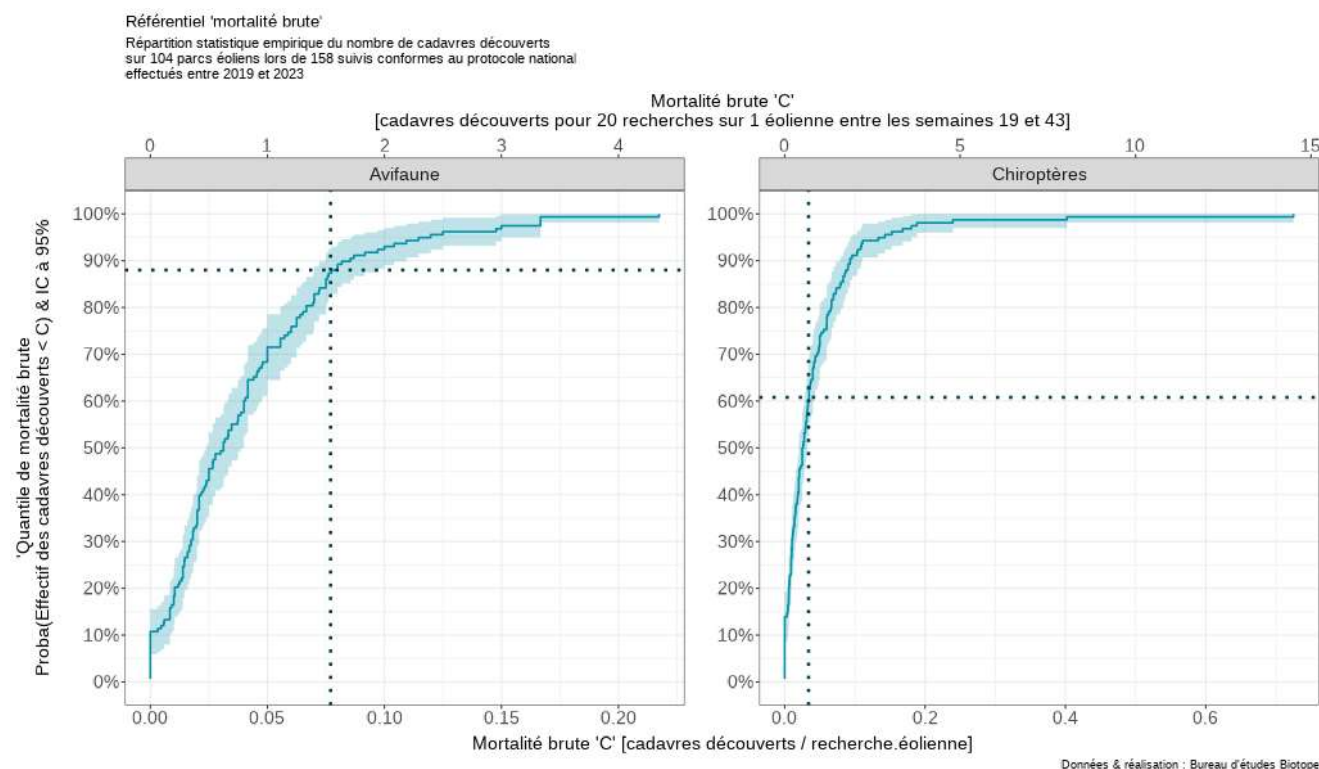


Figure 37 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute du parc de Lion-en-Beauce à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2023)

Cette représentation graphique repose sur les données extraites du référentiel de mortalité brute élaboré par Biotope. Ce référentiel synthétise l'intégralité des informations relatives aux cadavres d'oiseaux et de chiroptères recueillis entre 2019 et 2023 dans les parcs éoliens suivis. Le graphique permet d'obtenir un « quantile de mortalité brute » en fonction de la mortalité

brute 'C' calculée par recherche éolienne, correspondant au nombre de passage multiplié par le nombre d'éolienne du parc. En résulte un nombre de cadavre par recherche éolienne pour les deux groupes taxonomiques.

Au sein du parc éolien de Lion-en-Beauce, il a été observé un total de 9 cadavres d'oiseaux et 4 cadavres de chiroptères. Pendant le suivi, 3 éoliennes ont été suivies durant 39 passages. Cela conduit à une mortalité brute 'C' de 0,077 cadavres par recherche éolienne pour les oiseaux et de 0,034 cadavres par recherche éolienne pour les chiroptères.

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité brute de 88% pour les oiseaux et de 60% pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité brute du parc de Lion-en-Beauce est parmi les 12% les plus élevés du référentiel pour les oiseaux, contre 40% pour les chiroptères.

Il est important de noter que ces valeurs ne constituent qu'une alerte sur un potentiel risque de significativité, et doivent être interprétées en conjonction avec les autres indicateurs. Cependant, il semble que le parc étudié présente une tendance à une mortalité brute plus élevée que les autres parcs surveillés par Biotope depuis 2019. Cependant, il convient de souligner une nouvelle fois que cette interprétation, prise individuellement, ne permet pas de tirer des conclusions définitives quant à la significativité potentielle de l'impact du parc de Lion-en-Beauce sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.

2.3.2 Analyse des résultats

Dans le cadre de cette étude, plusieurs formules ont été utilisées pour estimer la mortalité du parc éolien. Comme recommandé dans le protocole national, il s'agit des formules de Huso (2010), Erickson et al. (2000) et Korner-Nievergelt et al. (2011). Les tableaux suivants détaillent les différents résultats des différentes étapes de calcul nécessaires aux estimations de mortalités.

2.3.2.1 Occupation du sol et zones prospectées

Sur l'ensemble du suivi, les zones prospectées ont subi une forte évolution de l'occupation du sol (cf. Tableau 27, Figure 38 et Figure 39). Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les capacités de l'observateur à détecter les cadavres (Domínguez del Valle et al., 2020). Les milieux herbacés hauts (> à 30/40 cm) et denses sont incompatibles avec les suivis. Ainsi, dès lors que la végétation correspondait à ce type d'occupation du sol, l'efficacité de recherche a été considérée comme nulle et les parcelles non prospectées.

Dans le cadre de cette étude, la végétation a été la seule contrainte dans la recherche de cadavres où pour certains passages, les recherches n'ont pas pu être menées sur la totalité des surfaces à prospecter.

L'ensemble de ces événements a été intégré dans les modalités de calcul par 1) le coefficient correcteur de surface et 2) le coefficient d'efficacité de recherche.

Tableau 27 : Bilan de l'occupation du sol pour les trois éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éolienne et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi (39 passages)

Milieux	E01	E02	E03	Total
Betteraves	18,48%	-	-	6,16%
Céréales	0,39%	42,93%	21,86%	21,73%
Chaume	0,37%	4,34%	6,07%	3,59%
Chemin d'accès	2,87%	1,02%	5,61%	3,17%
Chemin enherbé	-	-	0,79%	0,26%
Déchaume	-	29,54%	13,36%	14,30%
Friche	6,06%	5,12%	2,17%	4,45%
Lin	-	-	26,57%	8,86%
Maïs	45,13%	-	-	15,04%
Plateforme	15,30%	17,05%	15,10%	15,82%
Semis	3,85%	-	2,21%	2,02%
Sol nu	7,55%	-	6,07%	4,54%
Tas de terre	-	-	0,19%	0,06%
Total	100 %	100 %	100 %	100%

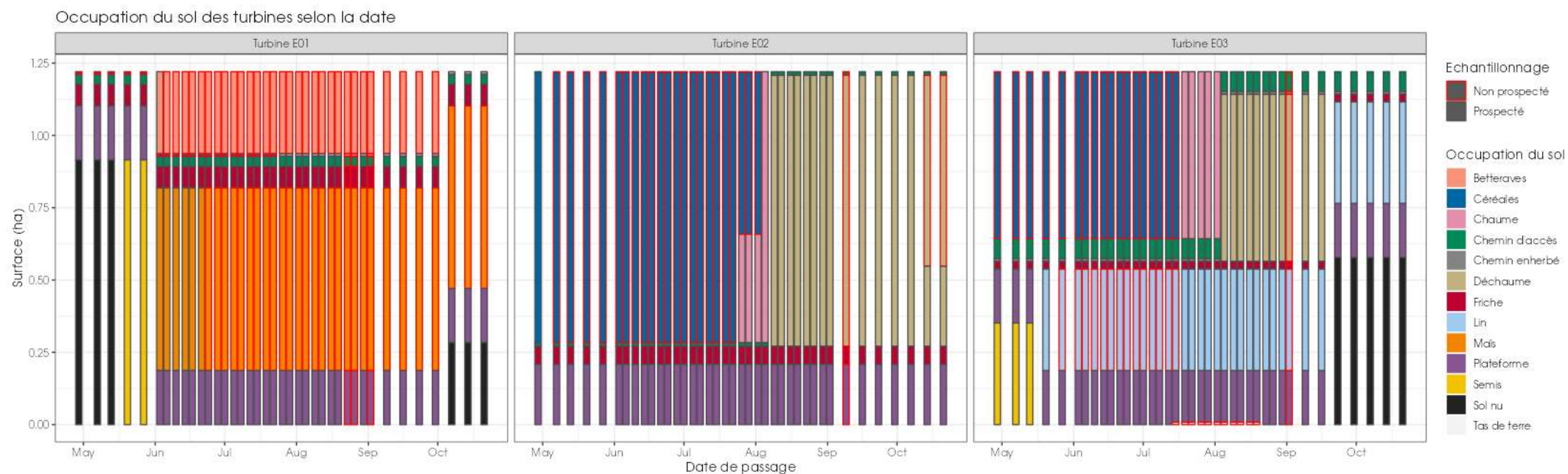


Figure 38 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

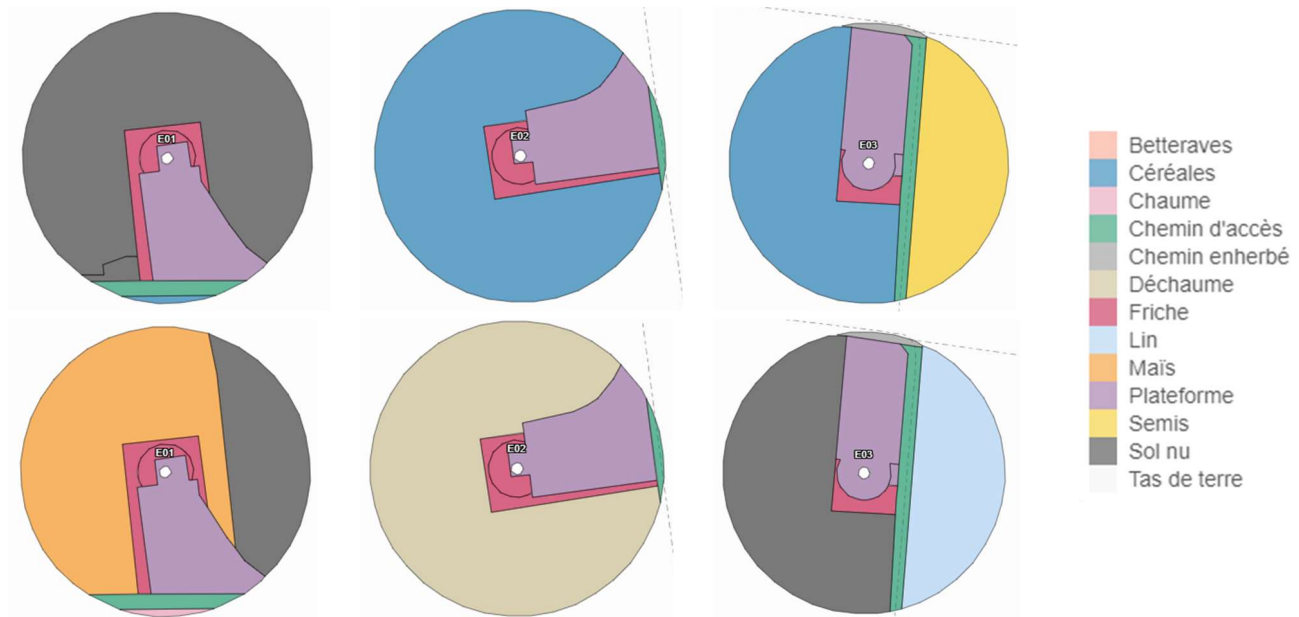
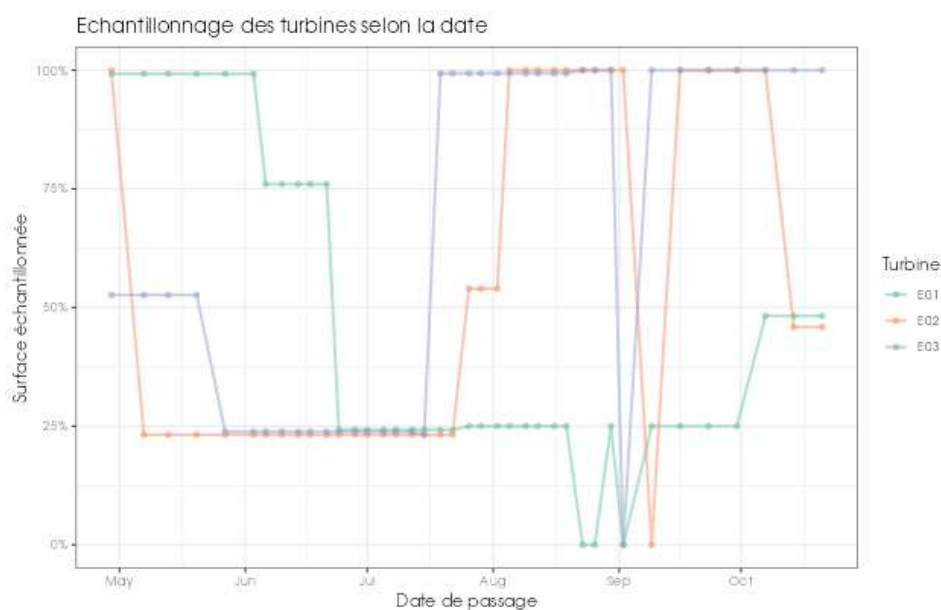


Figure 39 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03 (de gauche à droite et de haut en bas) le 29 avril 2024 (premier passage en haut) et le 7 octobre 2024 (passage 34)

2.3.2.2 Évolution du taux de surface prospectée

Du fait principalement de l'évolution de la végétation ainsi que de la présence de certaines occupations du sol (céréales et maïs), l'ensemble des surfaces n'ont pas pu être prospectées tout au long du suivi. Ce taux de surface prospectée est variable dans le temps et différent pour chaque éolienne suivie. Si l'on prend par exemple l'éolienne E01, on observe que les cultures de maïs et de betteraves ne sont plus prospectables à partir de la mi/fin juin ; seule la plateforme l'est. Il en est de même pour les éoliennes E02 et E03 notamment en début de suivi avec la présence de céréales non prospectables jusqu'à la fin juillet/début août, faute à une hauteur de végétation trop haute.



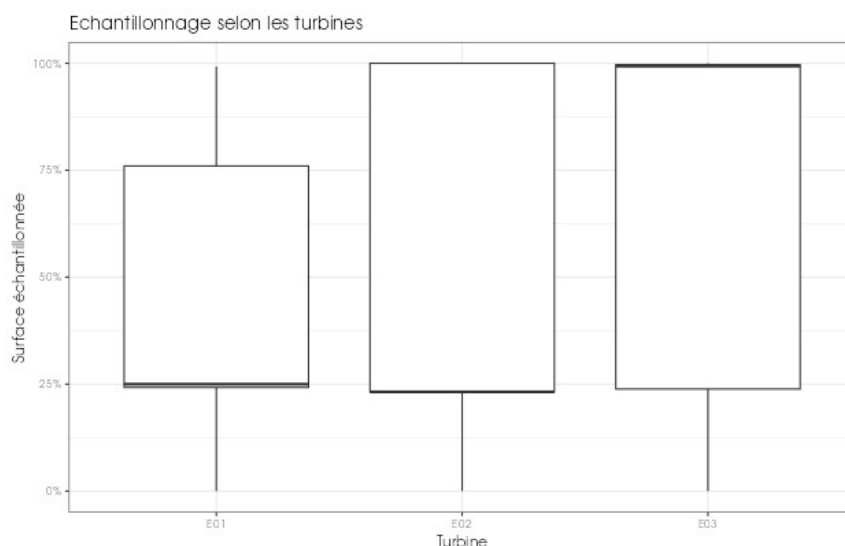


Figure 40 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. A gauche évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, à droite synthèse (boîte à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1^{er} quartile, médiane en gras, 3^{ème} quartile, maximum)

2.3.2.3 Résultats des tests et calcul des coefficients correcteurs

2.3.2.3.1. Coefficient correcteur de surface (a)

Afin d'intégrer les surfaces non prospectées/non prospectables, nous avons calculé un coefficient de surface correspondant au taux de prospection de chaque passage de l'éolienne considérée (Tableau 28). La moyenne pondérée (par le temps entre passages) est le résultat retenu pour le calcul d'estimation de la mortalité par éolienne. Les coefficients correcteurs de surface moyens sont assez faibles (allant de 0,46 à 0,68). Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 28 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 39 passages

	E01	E02	E03
Quantile 2.5%	0,00	0,22	0,22
Premier quartile	0,24	0,23	0,24
Moyenne	0,43	0,54	0,65
Moyenne pondérée	0,46	0,52	0,68
Médiane	0,25	0,23	0,99
Troisième quartile	0,76	1,00	1,00
Quantile 97.5%	0,99	1,00	1,00

2.3.2.3.1. Coefficient de persistance (s)

Pour information et dans le but d'avoir un coefficient de persistance reflétant au mieux la réalité de terrain, les calculs permettant de définir le coefficient de persistance en 2024 se basent sur les résultats de l'ensemble des tests de persistance effectués depuis 2022, à savoir ici 2022, 2023 et 2024. Il est en effet fort probable qu'il n'y a pas d'effet interannuel de la prédation au niveau de ce parc au regard de l'absence de modifications paysagères, climatiques pouvant entraîner une modification du cortège de prédateurs et/ou de la vitesse de disparition des cadavres.

À la suite des tests de persistance et aux analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu un modèle incluant un effet « éolienne » pour estimer la persistance des cadavres (AIC weight = 0,1) : « **Persistance ~ TurbID** » en utilisant une famille de distribution « exponentiel ». Cela signifie que la durée de persistance est variable entre les différentes éoliennes. En effet, lors du suivi « busards » réalisé sur le parc de Lion-en-Beauce en 2024, une fréquentation

importante des parcelles à proximité immédiate de l'éolienne E03 par les rapaces en chasse a été constatée. Cela est notamment dû à la présence depuis deux années de suite (2023 et 2024) d'un couple nicheurs de Busard Saint-Martin à proximité de l'éolienne E03. Cette attractivité accrue au niveau de l'éolienne E03, explique l'incorporation du paramètre « TurbID » dans le choix du modèle (la persistance est donc variable d'une éolienne à l'autre).

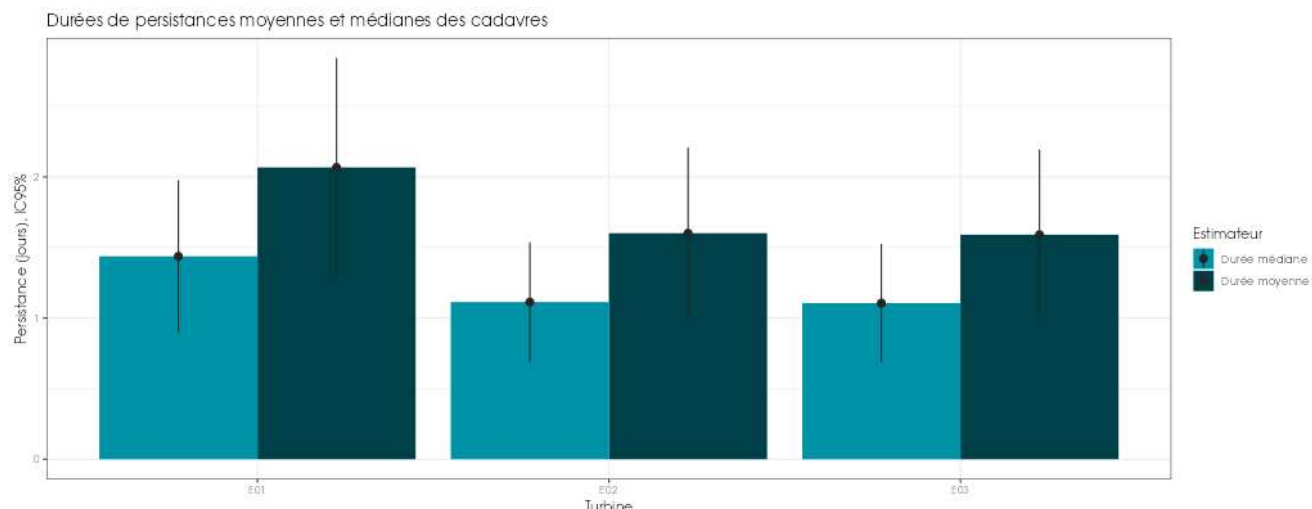


Figure 41 : Durées de persistance moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation

Malgré le ressenti visuel du terrain, on constate finalement que les trois éoliennes ont une persistance moyenne relativement similaire, légèrement moins importante sur E02 et E03 (hypothèse : éoliennes les plus proches du nid de busard). En effet, la moyenne de disparition sur les trois éoliennes du parc se situe entre 1,6 et 2,1 jours. C'est-à-dire qu'un cadavre disparaît en moyenne entre 1,5 et 2 jours. (Tableau 29 ; Figure 41).

Tableau 29 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance pour chacune des trois éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité

	E01	E02	E03
Résultats des tests de persistances (entre 2022 et 2024)			
Persistance moyenne (en jours)	2,1	1,6	1,6
Intervalle de confiance à 95%	[1,29 ; 2,84]	[0,99 ; 2,21]	[0,99 ; 2,19]

2.3.2.3.2. Coefficient d'efficacité de recherche (f)

Pour information et dans le but d'avoir un coefficient de d'efficacité de recherche reflétant au mieux la réalité de terrain, les calculs permettant de définir le coefficient d'efficacité de recherche en 2024 se basent sur les résultats de l'ensemble des tests d'efficacité effectués depuis 2022, à savoir ici 2022, 2023 et 2024.

À la suite des tests d'efficacité de recherche, nous avons sélectionné le modèle prenant en compte le critère hauteur de végétation associé à l'occupation du sol « Trouve ~ OCS + Hmoy » (AICc delta = 22,26) pour réaliser les estimations de la capacité de l'observateur à détecter les cadavres. Les modèles présentant une meilleure parcimonie (meilleure AIC) étaient soit trop compliquées (exemple : Trouve ~ Hmoy + OCS + Recou + Hmoy:Recou + 1), soit présentant des estimations à l'inverse de la réalité de terrain. On notera que pour le choix du modèle « Trouve ~ OCS + Hmoy », deux catégories d'occupation du sol non testées qui sont « la betterave » et « les céréales » sont absentes. Nous avons donc renseigné via les résultats des tests d'efficacité du référentiel mortalité corrigé Biotope les cas de figure manquants (extrapolations) en s'appuyant sur les observations (résultats des tests) et les prédictions du modèle (estimations et interpolations). Nous avons ainsi pu déterminer les probabilités de détection pour tous les cas de figure d'occupations du sol et de hauteurs de végétation rencontrés par l'observateur durant le suivi (Tableau 30).

Tableau 30 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées à dire d'expert sont indiquées en gras

Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
Betteraves 20cm	0,62 [0,18 ; 0,92]	0 [0 ; 0]	Extrapolation	Lin 10cm	0,95 [0,8 ; 0,99]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Céréales 15cm	0,81 [0,48 ; 0,95]	0 [0 ; 0]	Extrapolation	Lin 15cm	0,94 [0,77 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 0cm	0,74 [0,61 ; 0,84]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Lin 20cm	0,92 [0,72 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 5cm	0,7 [0,59 ; 0,79]	0,57 [0,43 ; 0,7]	Estimation	Lin 25cm	0,91 [0,66 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 10cm	0,66 [0,56 ; 0,74]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Maïs 0cm	0,92 [0,7 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 15cm	0,61 [0,51 ; 0,7]	0,67 [0,47 ; 0,83]	Estimation	Maïs 5cm	0,91 [0,67 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 20cm	0,56 [0,44 ; 0,68]	0,7 [0,53 ; 0,83]	Estimation	Maïs 10cm	0,89 [0,63 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 25cm	0,51 [0,37 ; 0,66]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Maïs 15cm	0,87 [0,59 ; 0,97]	0,87 [0,67 ; 1]	Estimation
Chemin d'accès 0cm	0,95 [0,88 ; 0,98]	0,96 [0,9 ; 1]	Estimation	Maïs 20cm	0,84 [0,54 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chemin d'accès 5cm	0,94 [0,87 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Maïs 25cm	0,81 [0,48 ; 0,95]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chemin d'accès 10cm	0,93 [0,85 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Maïs 40cm	0,71 [0,29 ; 0,93]	0 [0 ; 0]	Extrapolation
Chemin d'accès 15cm	0,91 [0,83 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Maïs 50cm	0,62 [0,18 ; 0,92]	0 [0 ; 0]	Extrapolation
Chemin d'accès 20cm	0,89 [0,8 ; 0,95]	0,93 [0,8 ; 1]	Estimation	Plateforme 0cm	0,89 [0,79 ; 0,95]	0,89 [0,82 ; 0,95]	Estimation
Chemin d'accès 25cm	0,87 [0,75 ; 0,94]	0,83 [0,7 ; 0,97]	Estimation	Plateforme 5cm	0,87 [0,76 ; 0,94]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chemin enherbé 0cm	0,95 [0,89 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme 10cm	0,85 [0,7 ; 0,93]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chemin enherbé 5cm	0,94 [0,87 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme 15cm	0,82 [0,64 ; 0,92]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chemin enherbé 10cm	0,93 [0,85 ; 0,97]	0,93 [0,88 ; 0,99]	Estimation	Plateforme 20cm	0,79 [0,57 ; 0,91]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chemin enherbé 15cm	0,92 [0,82 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme 25cm	0,75 [0,48 ; 0,91]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chemin enherbé 20cm	0,9 [0,78 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme/Chemins 0cm	0,93 [0,81 ; 0,98]	0,93 [0,84 ; 1]	Estimation
Chemin enherbé 25cm	0,89 [0,73 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme/Chemins 5cm	0,92 [0,77 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 0cm	0,61 [0,48 ; 0,73]	0,75 [0,5 ; 0,94]	Estimation	Plateforme/Chemins 10cm	0,9 [0,73 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 5cm	0,56 [0,44 ; 0,68]	0,7 [0,56 ; 0,85]	Estimation	Plateforme/Chemins 15cm	0,89 [0,68 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 10cm	0,52 [0,4 ; 0,63]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme/Chemins 20cm	0,86 [0,61 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 15cm	0,47 [0,34 ; 0,6]	0,27 [0,13 ; 0,43]	Estimation	Plateforme/Chemins 25cm	0,84 [0,54 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 20cm	0,42 [0,27 ; 0,57]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 0cm	0,94 [0,68 ; 0,99]	0 [0 ; 0]	Interpolation

Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
Déchaume 25cm	0,37 [0,21 ; 0,56]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 5cm	0,93 [0,64 ; 0,99]	0,93 [0,8 ; 1]	Estimation
Friche 0cm	0,9 [0,82 ; 0,94]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 10cm	0,92 [0,59 ; 0,99]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 5cm	0,88 [0,81 ; 0,92]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 15cm	0,9 [0,54 ; 0,99]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 10cm	0,85 [0,8 ; 0,89]	0,77 [0,67 ; 0,87]	Estimation	Semis 20cm	0,89 [0,48 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 15cm	0,83 [0,77 ; 0,87]	0,92 [0,86 ; 0,96]	Estimation	Semis 25cm	0,86 [0,41 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 20cm	0,8 [0,73 ; 0,85]	0,74 [0,64 ; 0,84]	Estimation	Sol nu 0cm	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation
Friche 25cm	0,76 [0,66 ; 0,84]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Sol nu 5cm	1 [0 ; 1]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Lin 0cm	0,96 [0,86 ; 0,99]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Sol nu 10cm	1 [0 ; 1]	0 [0 ; 0]	Interpolation

Les taux d'efficacité prédits des zones prospectées sont très variables en fonction du recouvrement végétal. Ils sont globalement satisfaisants avec une gamme de valeurs allant de 0,37 au minimum (déchaume à 25 cm de hauteur) à 1 au maximum (sol nu) suivant les milieux prospectés.

2.3.2.4 Estimation de la mortalité

Les calculs d'estimation de mortalité ont été réalisés strictement à partir des cadavres trouvés et pour lesquels l'origine de la mort est imputable de façon certaine aux éoliennes. Par ailleurs, seules les observations réalisées à partir du 2^{ème} passage ont été prises en compte (**un cadavre d'Étourneau sansonnet avait été découvert lors du premier passage le 29 avril 2024 au niveau de l'éolienne E01, il n'a donc pas été pris en compte pour les estimations de mortalité**). En effet, les observations faites au 1^{er} passage concernent des cas de mortalité qui ne se sont pas produits pendant la période du suivi mais antérieurement à celui-ci. Ainsi, le 1^{er} passage permet d'établir un état zéro afin de garantir que toute nouvelle découverte de cadavre s'est bien produite dans l'intervalle précédant chaque passage.

La probabilité de détection $P(s,f)$ est faible de manière générale (entre 0,23 et 0,33 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique (a) est assez faible également (entre 46% et 68% de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0,11 à 0,22, c'est à dire un facteur démultiplicateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 4,46 à 9,06. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 4 et 9 fois plus importante que celle observée suivant les éoliennes et la méthode d'estimation sélectionnée. De plus, les intervalles de confiance sont de fait plutôt importants (détection globale faible).**

L'éolienne E01 est l'éolienne qui a la plus faible probabilité de détection globale, E03 a des probabilités de détection globale les plus fortes mais qui reste dans l'absolu assez faibles. E02 est intermédiaire.

Tableau 31 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation

	E01	E02	E03
Probabilité de détection $P(s,f)$			
Huso (2010)	0,32	0,31	0,33
Erickson et al. (2000)	0,33	0,32	0,33
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,24	0,23	0,24
Coefficient correcteur de surface			
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,46	0,52	0,68
Probabilité globale de détection $a \times P(s,f)$			
Huso (2010)	0,15	0,16	0,22
Erickson et al. (2000)	0,15	0,17	0,22
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,11	0,12	0,16

2.3.2.4.1. Estimation de la mortalité pour l'avifaune

• Éolienne E02

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découverte de cadavres (n=6) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E02, sont comprises entre 38 et 55 individus sur une période de 175 jours de suivi. La borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% (IC95%) varie de 76 à 109 individus et la borne inférieure de 17 à 23 individus. Les 6 observations ont été réalisées sur une période assez étendue, allant du 13 mai 2024 au 16 septembre 2024.

Tableau 32 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Lion-en-Beauce sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	2	6	0	8
Huso (2010) [IC 95%]	12 [3 ; 37]	36 [18 ; 78]	0 [0 ; 13]	57 [31 ; 104]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	11 [3 ; 36]	38 [17 ; 76]	0 [0 ; 14]	60 [31 ; 103]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	14 [4 ; 48]	55 [23 ; 109]	0 [0 ; 18]	85 [43 ; 145]

• Ensemble du parc

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 57 à 85 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), 95% de la masse des probabilités des estimations de mortalité sont comprises entre 31 à 43 individus (borne inférieure) et entre 103 à 145 individus (borne supérieure) pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude importante.

Les 8 observations ont été réalisées sur 131 jours centrés sur les 2 saisons (période de reproduction et période de dispersion à la suite de la période de reproduction voire début de migration postnuptiale) (du 7 mai au 16 septembre : 4 découvertes en mai, 1 découvertes en juin, 1 découverte en juillet, 1 découverte en août et 1 découverte en septembre).

L'éolienne E02 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E01, et E03. Dans l'absolu, E02 semblent avoir un impact bien plus important que les deux autres éoliennes du parc.

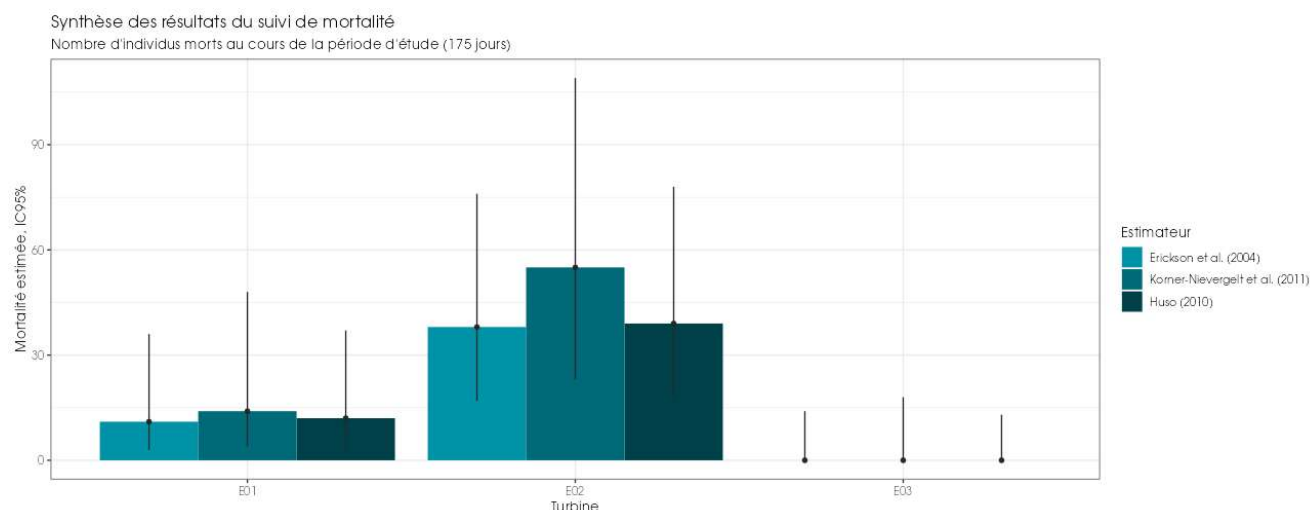


Figure 42 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Lion-en-Beauce au cours du suivi de 2024 sur 175 jours

2.3.2.4.2. Estimation de la mortalité des chiroptères

• Éolienne E03

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découvertes de cadavres (n=2) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E03 sont comprises entre 10 et 14 individus sur une période de 175 jours de suivi. La borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% (IC95) varie de 28 à 41 individus et la borne inférieure de 3 individus.

Tableau 33 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Lion-en-Beauce sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	1	1	2	4
Huso (2010) [IC 95%]	5 [1 ; 27]	6 [1 ; 30]	10 [3 ; 29]	33 [13 ; 64]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	5 [1 ; 27]	5 [1 ; 29]	10 [3 ; 28]	30 [12 ; 63]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	7 [1 ; 35]	7 [1 ; 43]	14 [3 ; 41]	49 [18 ; 90]

• Ensemble du parc

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est comprise entre 30 et 49 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), 95% de la masse des probabilités des estimations de mortalité sont comprises entre 12 et 18 individus (borne inférieure) et de 63 à 90 individus (borne supérieure) pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

Les 4 observations ont été réalisées sur 97 jours centrés sur la période estivale (du 7 mai au 12 août : 2 découvertes en mai, 1 découverte en juin et 1 découverte en août).

L'éolienne E03 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E02, et E01. Néanmoins, les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres.

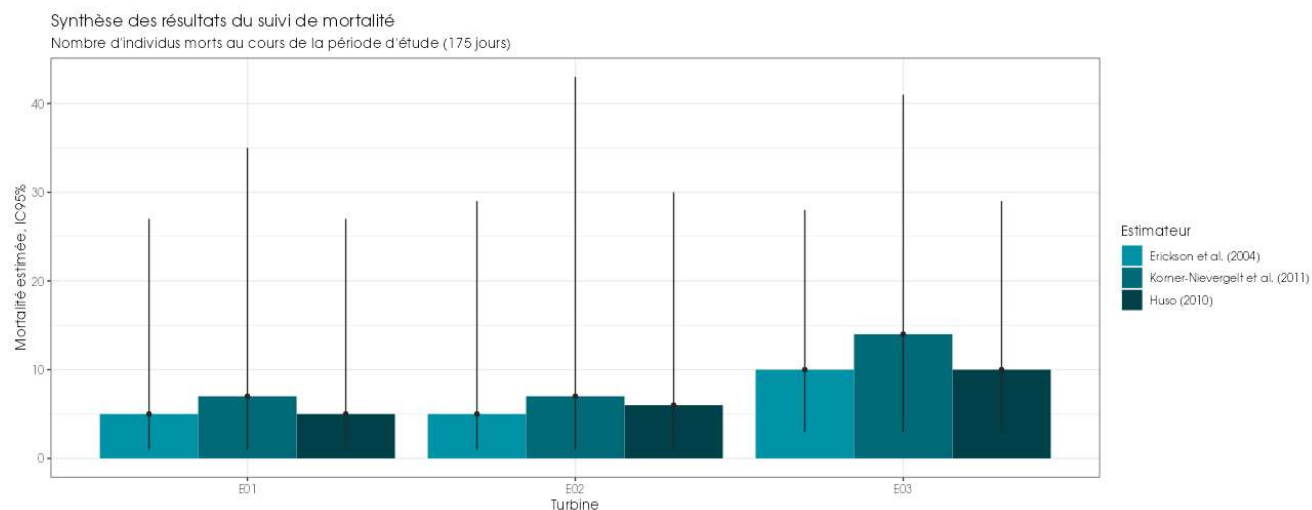


Figure 43 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Lion-en-Beauce au cours du suivi de 2024 sur 175 jours

2.3.2.5 Comparaison de la mortalité estimée sur le parc de Lion-en-Beauce avec le référentiel mortalité corrigée Biotope

Tableau 34 : Projection de la mortalité estimée par éolienne sur les quantiles de mortalité du référentiel mortalité Biotope

	Oiseaux			Chiroptères		
Nom de l'éolienne	E01	E02	E03	E01	E02	E03
Mortalité estimée M avec Huso [IC 95%]	12 [3 ; 37]	36 [18 ; 78]	0 [0 ; 13]	5 [1 ; 27]	6 [1 ; 30]	10 [3 ; 29]
Quantile de mortalité estimée	95,2 %	100 %	0 %	69,9 %	75,4 %	86,1 %

Ces résultats sont issus des données extraites du référentiel de mortalité estimée élaboré par Biotope depuis 2019. Le graphique présente un « quantile de mortalité estimée » en fonction de la mortalité estimée M par éolienne du parc de Lion-en-Beauce. Ce quantile représente la projection de la valeur M observée pour chaque éolienne sur une fonction de répartition empirique cumulative (empirical cumulative distribution function, ECDF) issue du référentiel de mortalité estimée de Biotope. Ce critère permet de situer la mortalité estimée d'une éolienne par rapport à un référentiel national complet (voir 1.2.2.3).

Au sein du parc éolien de Lion-en-Beauce, entre 0 et 6 cadavres d'oiseaux et entre 1 et 2 cadavres de chiroptères ont été observés par éolienne. En appliquant une correction à partir de la probabilité globale de détection, les estimations corrigées se situent entre 0 [0 ; 13] et 36 [18 ; 78] oiseaux par éolienne, et entre 5 [1 ; 27] et 10 [3 ; 29] chiroptères par éolienne. Ainsi, en utilisant de manière comparative le référentiel de mortalité estimée, le niveau de mortalité observé est classé de faible à très fort selon l'éolienne et le groupe taxonomique (Tableau 34).

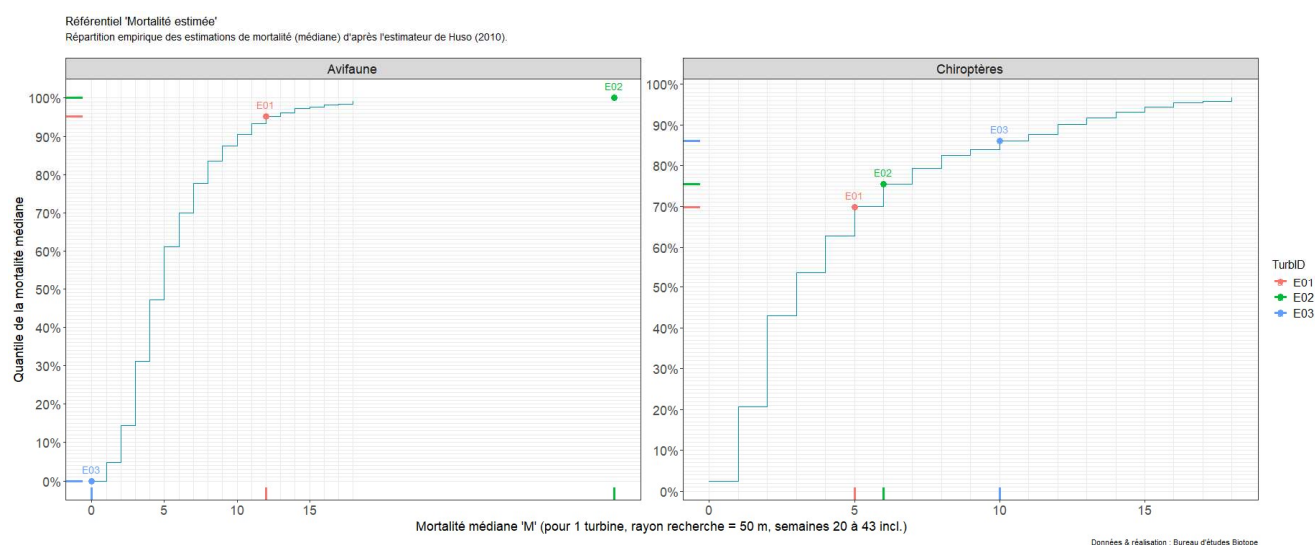


Figure 44 : Projection de la mortalité estimée par turbine issue du parc de Lion-en-Beauce sur la répartition empirique des estimations de mortalité du référentiel mortalité estimée de Biotope.

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité estimée par éolienne compris entre 0% et 100% pour les oiseaux et entre 69,9% et 86,1% pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité estimée du parc de Lion-en-Beauce est d'une part assez hétérogène selon les éoliennes mais est tout de même parmi les plus élevées du référentiel pour les oiseaux, et d'autre part est plutôt homogène selon les éoliennes pour les chiroptères tout en restant élevé.

Notons que l'E02 semble particulièrement mortifère pour les deux taxons, avec un quantile de mortalité estimée de 100% pour les oiseaux et de 75,4% pour les chiroptères (Tableau 34).

Il est important de noter que ces valeurs ne constituent qu'une alerte sur un potentiel risque de significativité, et doivent être interprétées en conjonction avec les autres indicateurs. Cependant, il semble que le parc étudié présente une tendance à une mortalité estimée plus élevée que les autres parcs surveillés par Biotope depuis 2019. Cependant, il convient de souligner une nouvelle fois que cette interprétation, prise individuellement, ne permet pas de tirer des conclusions définitives quant à la signification potentielle de l'impact du parc de Lion-en-Beauce sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.

2.3.3 Comparaison avec les suivis de mortalité antérieurs

2.3.3.1 Comparaison des coefficients correcteurs

Coefficient correcteur de surface

Le coefficient correcteur a varié pour l'ensemble des éoliennes. Ceci est dû à une variation au niveau des occupations des sols agricoles (céréales (blé, orge), maïs en 2022 et 2023 ; céréales, betteraves et maïs en 2024). L'éolienne E01 est celle qui a connu la plus forte variation entre les suivis, avec une diminution de près de 50%. De manière générale, le coefficient correcteur a diminué au fil du temps, quel que soit l'éolienne. (Tableau 35).

Tableau 35 : Evolution du coefficient correcteur surfacique entre 2022 et 2024 pour le parc de Lion-en-Beauce

Moyenne pondérée	E01	E02	E03
2022	0,84	0,65	0,75
2023	0,63	0,64	0,64
2024	0,46	0,52	0,68

Persistance des cadavres (s)

La vitesse de disparition des cadavres est restée quasiment identique sur les trois années de suivis, passant de 1,7 jours en moyenne pour le parc à 1,8 jours de persistance moyenne annuelle (à noter que la différence entre année n'est pas significative, les intervalles de confiance se croisant). Notons que les incertitudes autour de l'estimation sont relativement faibles quelques soit l'année et l'éolienne (Tableau 36). Dans l'absolu la durée de persistance est inférieure à 2 jours lors de chaque année de suivi ce qui est peu.

Tableau 36 : Comparaison des estimations de la persistance moyennes par année sur le parc de Lion-en-Beauce

	E01	E02	E03	Parc
Résultats 2022				
Données censurées par intervalle	Non			
Famille de distribution	exponential			
Persistance moyenne (en j) & IC 95%	1,6 [0,55; 2,63]	1,8 [0,64 ; 3,03]	1,7 [0,59 ; 2,79]	1,7 [1,06; 2,35]
Résultats 2023				
Données censurées par intervalle	Oui			
Famille de distribution	Weibull			
Persistance moyenne (en j) & IC 95%	1,75 [1,04 ; 2,45]	2,09 [1,26 ; 2,93]	1,68 [1 ; 2,35]	1,8 [1,35 ; 2,33]
Résultats 2024				
Données censurées par intervalle	Oui			
Famille de distribution	Exponential			
Persistance moyenne (en j) & IC 95%	2,1 [1,29 ; 2,84]	1,6 [0,99 ; 2,21]	1,6 [0,99 ; 2,19]	1,8 [1,37 ; 2,13]

Efficacité de recherche (p)

De manière générale, il semble que la capacité de détection des observateurs soit restée quasiment identique entre 2022 et 2024. En effet, le taux moyen de détection au niveau du parc éolien est passé de 82 % [75 % ; 87 %] en 2022 à 79 % [74 % ; 83 %] en 2023 puis à 82 % [79 % ; 84 %] en 2024. Cette légère variation d'une année sur l'autre pourrait être attribuée aux changements des pratiques agricoles ou simplement des cultures sur l'ensemble du parc ou encore à l'observateur que n'était pas le même entre 2022 et 2024.

Tableau 37 : Résultats des estimations de la détections des cadavres pour chaque éolienne pour les 3 années de suivis

	E01	E02	E03	Parc
Résultats 2022				
Détection moyenne & IC 95%	0,9 [0,76 ; 0,96]	0,81 [0,63 ; 0,91]	0,78 [0,67 ; 0,86]	0,82 [0,75 ; 0,87]
Résultats 2023				
Détection moyenne & IC 95%	0,91 [0,84 ; 0,95]	0,76 [0,65 ; 0,84]	0,73 [0,65 ; 0,79]	0,79 [0,74 ; 0,83]
Résultats 2024				
Détection moyenne & IC 95%	0,85 [0,8 ; 0,9]	0,82 [0,76 ; 0,86]	0,8 [0,75 ; 0,84]	0,82 [0,79 ; 0,84]

Probabilités globales de détection (ĝ)

La probabilité globale de détection est relativement similaire entre 2022 et 2023 puis a légèrement diminué en 2024. Elle passe ainsi de 0,21 en 2022 à 0,22 en 2023 pour finir à 0,18 en 2024 soit respectivement 1 chance sur 4,8 et 1 chance sur 5,5 de trouver un cadavre sur l'ensemble de chaque suivi entre 2022 et 2024.

L'éolienne E03 est la seule éolienne qui a connu une stabilité entre les années (les autres une légère baisse), restant aux alentours de 20% de probabilité de détection (Tableau 38 : Bilan des probabilités globales de détection par année et par éolienne en utilisant l'estimateur de Huso (2010)).

Globalement, la probabilité globale de détection (\hat{g}) est restée stable entre 2022 et 2023 puis a légèrement diminué en 2024. La variation des surfaces prospectables d'une année sur l'autre en est probablement la conséquence. Notons cependant que la probabilité globale de détection reste de toute manière relativement faible quelle que soit l'année de suivi.

Tableau 38 : Bilan des probabilités globales de détection par année et par éolienne en utilisant l'estimateur de Huso (2010)

	E01	E02	E03	Parc
Estimation de la probabilité globale de détection (selon Huso, 2010)				
2022	0,23	0,19	0,2	0,21
2023	0,21	0,24	0,2	0,22
2024	0,15	0,16	0,22	0,18

2.3.3.2 Comparaison de la mortalité estimée pour les oiseaux

En 2022, il y a eu 9 cas de mortalité observés pour les oiseaux sur le site entre le 18 mai et le 26 octobre 2022. La mortalité estimée la plus probable était de **67 individus (selon l'estimateur d'Huso)** sur l'ensemble du suivi et du parc avec des incertitudes (IC 95%) allant de 37 à 115 individus. L'E03 représentait l'éolienne la plus mortifère, avec une estimation la plus probable de 42 cadavres [21 ; 81] ; c'était aussi l'éolienne où le plus de cadavre a été observé lors du suivi (7 individus).

En 2023, il y a eu 11 cas de mortalité observés pour les oiseaux sur le site entre le 11 avril et le 18 septembre 2023. La mortalité estimée la plus probable était de **62 individus (selon l'estimateur d'Huso)** sur l'ensemble du suivi et du parc avec des incertitudes (IC 95%) allant de 37 à 101 individus. L'E01 représentait l'éolienne la plus mortifère, avec une estimation la plus probable de 23 cadavres [11 ; 49] ; c'était aussi l'éolienne où le plus de cadavre a été observé lors du suivi (5 individus).

Lors du suivi le plus récent mené entre le 29 avril et le 21 octobre 2024, la mortalité estimée la plus probable est de 57 cadavres [31 ; 104] à l'échelle du parc, ce qui représente **une estimation somme toute identique aux années antérieures** (Tableau 39). La mortalité brute est quasi similaire avec celle des deux derniers suivis, soit 8 cadavres observés à l'échelle du parc sur la période de suivi. L'éolienne la plus mortifère est variable selon les années de suivi : E03 en 2022, E01 en 2023 et E02 en 2024. Il conviendra néanmoins de relativiser ces résultats, la période de suivi étant différente entre chacune des années.

Si l'on compare ces résultats année par année (et sachant une probabilité de détection similaire), la mortalité estimée semble augmentée fortement pour l'éolienne E02, et au contraire diminuer sur l'éolienne E03. Cela étant, compte tenu des incertitudes estimées, il semble peu évident de trancher sur une réelle différence entre les années (Figure 45).

Tableau 39 : Mortalité brute et estimation de la mortalité la plus probable (et IC95%) des oiseaux au sein du parc de Lion-en-Beauce entre 2022 et 2024

	E01	E02	E03	Parc
Mortalité brute observée sur le parc de Lion-en-Beauce entre 2022 et 2024				
2022	2	0	7	9
2023	5	2	4	11
2024	2	6	0	8
Estimation de la mortalité la plus probable (selon l'estimateur Huso, 2010) & intervalles de confiance à 95% au sein du parc de Lion-en-Beauce entre 2022 et 2024				
2022	11 [3 ; 33]	0 [0 ; 20]	42 [21 ; 81]	67 [37 ; 115]
2023	23 [11 ; 49]	8 [3 ; 26]	20 [7 ; 44]	62 [37 ; 101]
2024	12 [3 ; 37]	36 [18 ; 78]	0 [0 ; 13]	57 [31 ; 104]

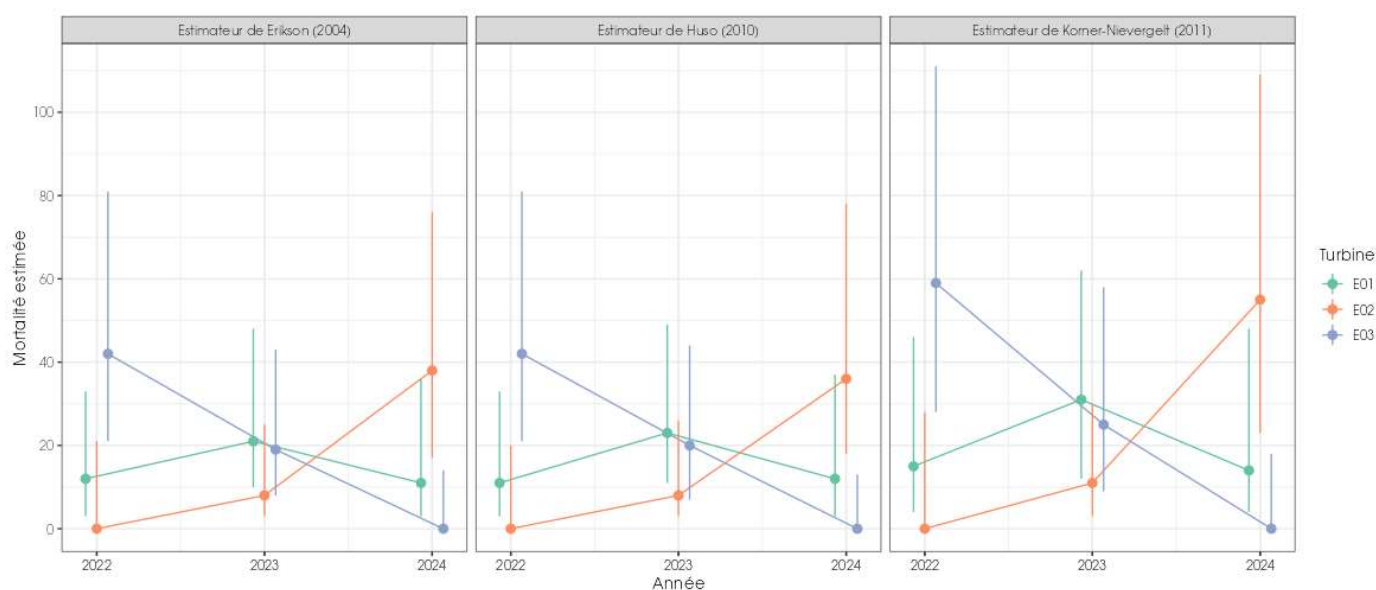


Figure 45 : Evolution de la mortalité estimée de l'avifaune selon les trois estimateurs entre chaque éolienne et les trois années de suivis

2.3.3.3 Comparaison de la mortalité estimée pour les chiroptères

En 2022, il y a eu 10 cas de mortalité observés pour les chiroptères sur le site entre le 18 mai et le 26 octobre 2022. La mortalité estimée la plus probable était de **73 individus (selon l'estimateur d'Huso)** sur l'ensemble du suivi et du parc avec des incertitudes (IC 95%) allant de 40 à 121 individus. L'E01 représentait l'éolienne la plus mortifère, avec une estimation la plus probable de 28 cadavres [12 ; 58] ; c'était aussi l'éolienne où le plus de cadavre a été observé lors du suivi (5 individus).

En 2023, il y a eu 7 cas de mortalité observés pour les chiroptères sur le site entre le 11 avril et le 18 septembre 2023. La mortalité estimée la plus probable était de **43 individus (selon l'estimateur d'Huso)** sur l'ensemble du suivi et du parc avec des incertitudes (IC 95%) allant de 22 à 76 individus. L'E03 représentait l'éolienne la plus mortifère, avec une estimation la plus probable de 15 cadavres [5 ; 37] ; c'était aussi l'une des éoliennes où le plus de cadavre a été observé lors du suivi (3 individus).

Lors du suivi le plus récent mené entre le 29 avril et le 21 octobre 2024, la mortalité estimée la plus probable est de 33 cadavres [13 ; 64] à l'échelle du parc, ce qui représente **une estimation plus faible** que les années précédentes de suivis (Tableau 40). La mortalité brute est également plus faible par rapport aux années précédentes, avec seulement 4 cadavres de chiroptères retrouvés en 2024 sous l'ensemble des éoliennes. De plus, aucune espèce menacée (notamment la Noctule commune) n'a été retrouvée lors du suivi 2024. Ces résultats peuvent s'expliquer d'une part par un bridage du parc renforcé d'une année sur l'autre. Et d'autre part par le fait que certaines éoliennes n'ont quasiment pas pu être prospectées en totalité dû à la présence de certaines cultures présentent lors des périodes de migration des chiroptères (maïs, betterave notamment).

Si l'on compare ces résultats année par année (et sachant une probabilité de détection similaire), la mortalité estimée semble diminuer sur les trois éoliennes du parc. Cela étant, compte tenu des incertitudes estimées, il semble peu évident de trancher sur une réelle différence entre les années (Figure 46).

Tableau 40 : Mortalité brute et estimation de la mortalité la plus probable (et IC95%) des chiroptères au sein du parc de Lion-en-Beauce entre 2021 et 2023

	E01	E02	E03	Parc
Mortalité brute observée sur le parc de Lion-en-Beauce entre 2022 et 2024				
2022	5	2	3	10
2023	3	1	3	7
2024	1	1	2	4
Estimation de la mortalité la plus probable (selon l'estimateur Huso, 2010) & intervalles de confiance à 95% au sein du parc de Lion-en-Beauce entre 2022 et 2024				
2022	28 [12 ; 58]	14 [3 ; 43]	19 [6 ; 47]	73 [40 ; 121]
2023	13 [5 ; 35]	4 [1 ; 18]	15 [5 ; 37]	43 [22 ; 76]
2024	5 [1 ; 27]	6 [1 ; 30]	10 [3 ; 29]	33 [13 ; 64]

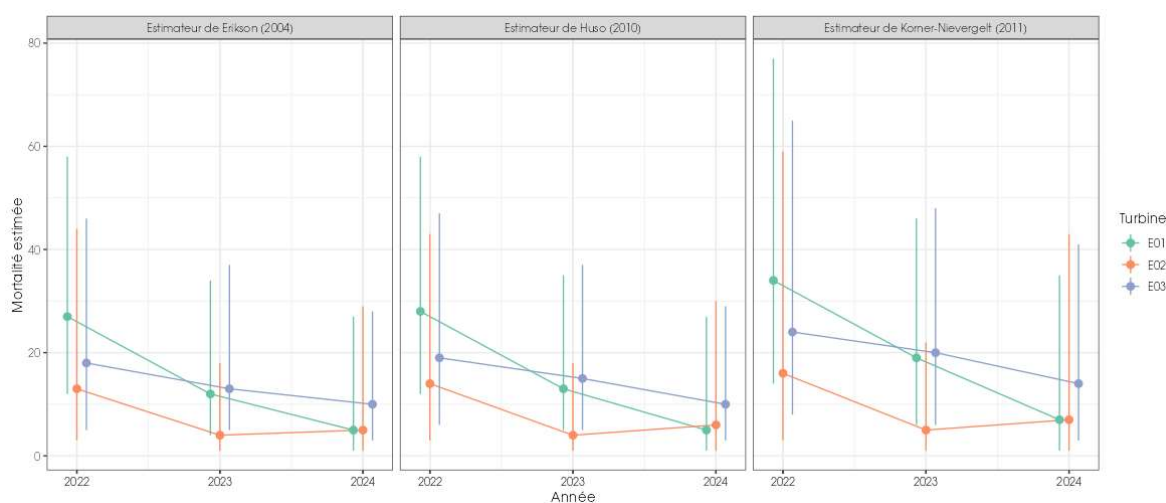


Figure 46 : Evolution de la mortalité estimée des chiroptères selon les trois estimateurs entre chaque éolienne et les trois années de suivis

2.3.4 Synthèse du suivi de mortalité

Le troisième suivi de mortalité menée sur le parc éolien de Lion-en-Beauce entre le 29 avril 2024 et le 21 octobre 2024 (3 machines) a conduit à l'observation de 13 cadavres, dont 9 oiseaux (7 espèces) et 4 chauves-souris (2 espèces).

En effet, les 7 espèces d'oiseaux, à savoir : la Bergeronnette grise (1 individu), l'Etourneau sansonnet (1 individu), le Faisan de Colchide (1 individu), le Faucon crécerelle (2 individus), la Linotte mélodieuse (1 individu), la Mouette rieuse (1 individu) et le Pigeon ramier (2 individus), ainsi que 2 espèces de chiroptères : la Noctule de Leisler (2 individus) et la Pipistrelle commune (2 individus) ont été retrouvées sous les éoliennes du parc suivi.

La majorité des individus d'oiseaux observés concernent le Faucon crécerelle et le Pigeon ramier (2 individus). Concernant les chiroptères, 2 individus de chaque espèce ont été retrouvés. La cause de la mort des individus semble imputable aux éoliennes, que cela soit par collision ou par barotraumatisme.

Concernant la composante spatiale, les cadavres ont été localisés à des distances comprises entre 10 m (Faisan de Colchide) et 48 m du mât (Bergeronnette grise) pour les oiseaux et entre 15 m (Noctule de Leisler) et 55 m (Noctule de Leisler) pour les chiroptères. Il ne semble pas se dégager de tendance entre la taille du cadavre et la distance où ils ont été retrouvés dans ce cas précis.

Le parc étant suivi depuis 2022, nous avons basé nos calculs du taux de persistance des cadavres sur l'ensemble des résultats des tests de persistance réalisés sur le site depuis 2022 (2 en 2022, 2 en 2023 et 2 en 2024), avec l'utilisation d'un total de 90 rats (30 en 2022, 30 en 2023 et 30 en 2024). Lors de ces tests, les vitesses de disparition des cadavres déposés ont été assez similaires à l'échelle du parc, avec des temps moyens de persistance des cadavres variant de 2,1 jours (E01) à 1,6 jours (E02 et E03).

Des estimations de la mortalité ont été réalisées pour l'ensemble des éoliennes du parc, sur la durée du suivi (175 jours). On notera que l'augmentation de la fréquence de passage sur la période de début juin à fin août a permis d'affiner l'estimation de la mortalité (notamment les intervalles de confiance) sachant que les formules permettant ces estimations (Huso, Erickson, Korner) prennent en compte le paramètre « nombre de jour entre chaque passage ».

L'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de **30 à 49** cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, où les observations se concentrent sur 97 jours.

Concernant l'avifaune, l'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de **57 à 85** cas de mortalité d'oiseaux sur la période de suivi, où les observations s'étalent sur l'ensemble du suivi soit 131 jours.

Pour les chiroptères, ces chiffres sont dans la moyenne voire légèrement supérieure à ceux mentionnés par la bibliographie. Selon RYDELL et al. (2017), le nombre de chiroptères tués par éolienne et par an est très variable d'un site à l'autre en Europe et semble se situer autour d'une dizaine d'individus, avec parfois des cas particulièrement mortifères pouvant atteindre une mortalité de 100 individus ou plus. Gaultier, Marx & Roux (2019) font le bilan de 8 parcs français dont l'estimation de la mortalité la plus probable varie de 0,3 à 18,3 oiseaux par éolienne et par an. En Allemagne, la mortalité des chauves-souris est estimée entre 10 et 12 individus par éolienne et par an (KORNER-NIEVERGELT et al., 2013).

D'après les résultats du référentiel mortalité corrigée, la moyenne des mortalités estimées sur l'ensemble des parcs suivi par Biotope est d'environ **4,9 oiseaux et 4,5 chiroptères par éolienne et par suivi** (pour un rayon de recherche de 50m et une période de suivi compris entre la semaine 20 et 43).

Le bureau d'étude Ouest'Am, à travers le projet APOCOPE et en utilisant l'estimateur GenEst, a estimé une mortalité moyenne de 6 oiseaux (se \pm 0.63) et de 3,53 chiroptères (se \pm 0.42) par éoliennes et par suivi (pour un suivi de la semaine S20 à S43 sur un rayon de prospection de 50 m) (Sand et al., 2024).

En comparaison pour les chiroptères, les résultats des estimations par éolienne sur le parc de Lion-en-Beauce sont **tous supérieurs**. L'ensemble des éoliennes du parc font parties au minimum des 75 % des éoliennes les plus mortifères selon notre référentiel.

Pour l'avifaune, les résultats des estimations pour deux éoliennes semblent **supérieurs** à ceux issues de notre référentiel. En effet, les éoliennes E01 et E02 sont parmi les plus mortifères de notre référentiel (mise en garde cependant sur les biais de comparaison de ce référentiel). En revanche, pour l'éolienne E03, le résultat des estimations pour cette éolienne semble **inférieur**.

Durant le suivi mortalité réalisée en 2024, treize cadavres dont 9 oiseaux (7 espèces) et 4 chauves-souris (2 espèces) ont été observés lors des 26 semaines de suivi mortalité qui s'étendaient du 29 avril au 21 octobre 2024.

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024 (9 individus), il s'agit avant tout d'espèces locales (Linotte mélodieuse, Bergeronnette grise, Faucon crécerelle, Faisan de Colchide...) ou bien migratrices/migratrices partielles (Pigeon ramier) dont les dates de découverte coïncident avec le passage de ces espèces sur la région. On notera par ailleurs l'observation de deux espèces menacées en période de reproduction (vulnérable en France pour l'une et « en danger » en région Centre-Val de Loire pour l'autre), observées vers la mi-mai (Linotte mélodieuse et Mouette rieuse). **Dans cette situation et au regard de l'estimation de la mortalité pour les oiseaux, nous pouvons conclure que l'impact du parc est significatif pour les oiseaux. En effet, l'estimation de la mortalité pour ce groupe est comprise entre 19 et 28,3 oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi.** Les résultats de la mortalité brute restent « dans la moyenne haute » des chiffres que l'on peut trouver dans la bibliographie.

Concernant les chiroptères, 4 chauves-souris ont été retrouvées correspondant à une estimation de mortalité selon les formules entre 30 et 49 individus sur l'ensemble du parc, soit entre 10 et 16,3 chauves-souris par éolienne sur la période de suivi. Ces estimations se situent dans l'intervalle des données que l'on peut retrouver dans la bibliographie (environ 10 chauves-souris/éolienne/an) voire légèrement supérieures. On notera également qu'aucune espèce de chauves-souris considérée comme menacée en France ou en région Centre-Val de Loire n'a été retrouvée en 2024. **Dans cette situation, nous pouvons conclure que l'impact du parc est non significatif pour les chiroptères au regard des estimations de mortalité.** Il reste néanmoins possible au regard de l'activité importante enregistrée en altitude et la faible probabilité de détection globale en 2024 que des cadavres de chauves-souris soient passés inaperçus.

2.4 Facteurs d'impact et mesures mises en place

2.4.1 Analyse croisée avec l'étude d'impact

Le tableau ci-dessous fait le bilan des espèces identifiées dans l'étude d'impact comme étant susceptibles d'être impactées par le projet ainsi que des espèces découvertes durant la réalisation du suivi mortalité de 2024.

Tableau 41 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité en 2024	Analyse comparative
Oiseaux					
Alouette des champs	Nicheur Alimentation	X	Effectif : information non disponible	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Bergeronnette grise	Alimentation	X	Effectif : information non disponible	1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact.
Bergeronnette printanière	Nicheur Alimentation	X	Effectif : information non disponible	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Bruant des roseaux	Nicheur Alimentation		1 mâle chanteur au sud de l'aire d'étude	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Bruant proyer	Nicheur Alimentation	X	Nicheur sur le site	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Busard des roseaux		X	1 individu en migration pré-nuptiale	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Busard Saint-Martin	Alimentation	X	1 à 2 couples nichant aux alentours	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Buse variable	Alimentation	X	1 individu présent toute l'année	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Canard colvert	Passage		Effectif : information non disponible	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Chardonneret élégant		X	Effectif : information non disponible	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Chevalier culblanc	Alimentation		Effectif : information non disponible	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Cochevis huppé		X	Effectif : information non disponible	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Corneille noire	Alimentation	X	Présent toute l'année	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact

L'intérêt du site est limité en période inter-nuptiale et modéré en période de reproduction en raison de la nidification de plusieurs espèces d'intérêt.

Les impacts bruts identifiés dans l'étude d'impact sont évalués entre négligeables et faibles toutes périodes confondues pour les espèces identifiées comme patrimoniales (Faucon crécerelle, Linotte mélodieuse, Cédicène criard, Busard Saint-Martin, Buse variable, Epervier d'Europe, Pluvier doré, Faucon émerillon, Goéland argenté, Goéland brun).

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial		Nombre de cas de mortalité en 2024	Analyse comparative
Épervier d'Europe	Alimentation		1 individu en période de nidification		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Étourneau sansonnet	Alimentation	X	Effectif : information non disponible		1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Faisan de Colchide	Alimentation		Effectif : information non disponible		1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Faucon crécerelle	Alimentation	X	1 couple au nord de la ZIP		2 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Faucon émerillon		X	1 individu en migration prénuptiale		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Goéland argenté		X	2 individus en migration postnuptiale		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Goéland brun		X	2 individus en migration postnuptiale		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Goéland leucopnée	Alimentation		Utilise le site pour l'alimentation		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Grand cormoran		X	Présent en migration		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Grive draine	Alimentation	X	Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Grive musicienne		X	Présent en migration postnuptiale		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Héron cendré	Alimentation		Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Hirondelle de fenêtre		X	Présent en migration		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Hirondelle rustique	Alimentation	X	Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Linotte mélodieuse	Nicheur Alimentation	X	1 couple nicheur		1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Martinet noir	Alimentation		Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Merle noir		X	Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Moineau domestique		X	Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Mouette rieuse					1 individu	Espèce non contactée lors des expertises pour l'étude d'impact

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial		Nombre de cas de mortalité en 2024	Analyse comparative
Œdicnème criard	Nicheur Alimentation		2 individus observés en période de reproduction		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Perdrix grise	Nicheur Alimentation	X	3 individus observés en période de reproduction		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Perdrix rouge		X	Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pie bavarde	Contact	X	Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pigeon biset domestique		X	Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pigeon ramier	Alimentation	X	Effectif : information non disponible		2 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pinson des arbres		X	Présent en migration		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pipit farlouse		X	Présent en migration		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pluvier doré		X	Présent en migration		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pouillot véloce		X	Présent en migration postnuptiale		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Roitelet à triple bandeau			Espèce non contactée		-	Espèce non contactée lors des expertises pour l'étude d'impact et donc non évaluée
Rougequeue noir		X	Présent en hivernage		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Tadome de Belon	Passage		2 individus observés en période de reproduction		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Tarier pâtre		X	Présent en migration postnuptiale		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Tourterelle turque		X	Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Traquet motteux		X	Présent en migration		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Vanneau huppé		X	Présent en migration		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial		Nombre de cas de mortalité en 2024	Analyse comparative
Verdier d'Europe		X	Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Chiroptères						
Grand murin			Espèce contactée à deux reprises	Les impacts bruts identifiés dans l'étude d'impact sont évalués à très faibles toute l'année pour les éoliennes E02 et E03. Ces impacts et notamment l'impact par collision/barotraumatisme sont évalués à fort à l'automne pour la Pipistrelle de Nathusius et les Noctules commune et de Leisler au niveau de l'éolienne E01. Sur cette même éolienne, ces impacts sont jugés faibles pour les Pipistrelles commune et de Kuhl ainsi que pour la Sérotine commune ; les autres espèces ne présentent qu'un impact très faible toute l'année au niveau de l'éolienne E01.	-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Murin à moustaches			Espèce contactée une seule fois		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Murin à oreilles échancrées			Espèce contactée une seule fois		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Murin de Bechstein			Espèce contactée une seule fois		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Murin de Daubenton			Espèce contactée à deux reprises		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Murin de Natterer			Espèce contactée à deux reprises		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Noctule commune			Espèce contactée à 21 reprises (espèce la plus contactée à 80 m de hauteur)		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Noctule de Leisler			Espèce contactée à 10 reprises (troisième espèce la plus contactée à 80 m de hauteur)		2 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Oreillard gris			Espèce contactée à 22 reprises		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pipistrelle commune			Espèce contactée à 11 329 reprises (seconde espèce la plus contactée à 80 m de hauteur)		2 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial		Nombre de cas de mortalité en 2024	Analyse comparative
Pipistrelle de Kuhl			Espèce contactée à 330 reprises (sixième espèce la plus contactée à 80 m de hauteur)		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pipistrelle de Nathusius			Espèce contactée à 156 reprises (quatrième espèce la plus contactée à 80 m de hauteur)		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pipistrelle pygmée			Espèce contactée à 66 reprises		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Sérotine commune			Espèce contactée à 42 reprises (cinquième espèce la plus contactée à 80 m de hauteur)		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact

De manière générale, l'étude d'impact de 2019 avait bien relevé une sensibilité particulière pour certaines espèces inventoriées lors de l'état initial. Dans cette étude était notamment signalé un risque de collision évalué à très faible à faible pour dix espèces patrimoniales : le Faucon crécerelle, la Linotte mélodieuse, l'Œdicnème criard, le Busard Saint-Martin, la Buse variable, l'Epervier d'Europe, le Pluvier doré, le Faucon émerillon, le Goéland argenté et le Goéland brun (toutes périodes confondues).

On constate que lors du suivi mortalité réalisé en 2024, deux de ces dix espèces patrimoniales identifiées ont été retrouvées : le Faucon crécerelle (2 individus) et la Linotte mélodieuse (1 individu). En revanche, les autres espèces d'oiseaux considérées à l'époque comme non patrimoniales n'ont pas fait l'objet d'une étude approfondie.

On notera enfin que la Mouette rieuse retrouvée à une reprise lors du suivi mortalité 2024 n'avait pas été identifiée sur la zone d'étude lors de l'étude d'impact.

Concernant les chiroptères, on constate que les individus retrouvés aux pieds des éoliennes correspondent aux espèces identifiées lors des enregistrements en altitude à 80 m sur un mât de mesures. Ainsi, les deux espèces retrouvées avaient bien été mentionnées dans les impacts possibles du parc en fonctionnement : Pipistrelle commune (risque de collision/barotraumatisme faible en été et à l'automne) et Noctule de Leisler (risque de collision/barotraumatisme fort à l'automne). En revanche, ce risque semble avoir été sous-estimé pour les deux espèces de chauves-souris les plus représentées au sol à savoir les Pipistrelles commune sachant que nous sommes sur un modèle d'éolienne avec une garde basse (23 m).

2.4.2 Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères

Rappels : Les enregistrements acoustiques en nacelle ont été réalisés au niveau de l'éolienne E01 entre le 2 mai et le 4 novembre 2024. Le nombre de nuits d'enregistrement des activités de chiroptères à hauteur de nacelle est de 186 nuits. Le suivi de mortalité a permis de découvrir 4 chiroptères dont un seul au niveau de l'éolienne E01.

2.4.2.1 Comparaison de la phénologie entre suivis mortalité et acoustique

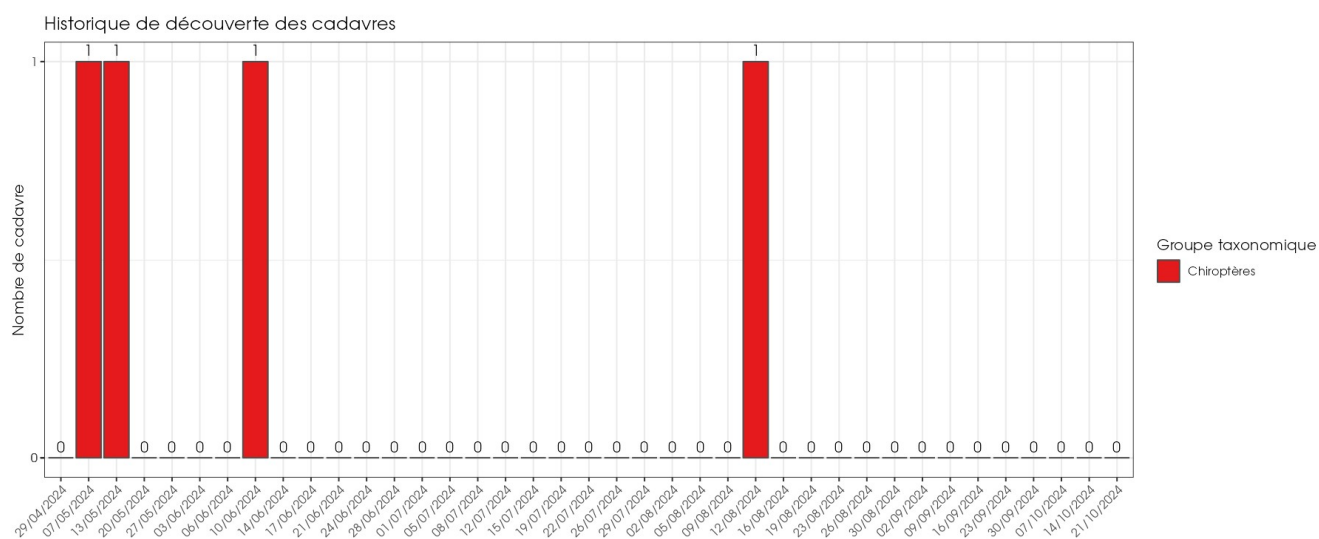
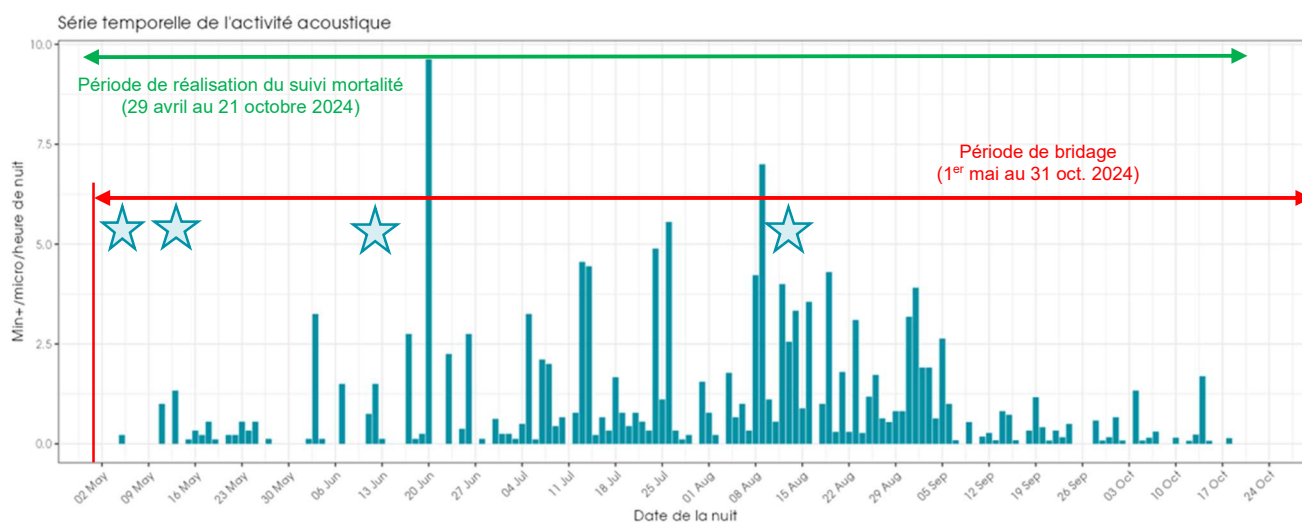


Figure 47 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Lion-en-Beauce

Le nombre global de cadavres de chiroptères découverts durant le suivi de mortalité a été faible (N=4). Les découvertes se sont déroulées début mai (N=2), mi-juin (N=1) et mi-août (N=1).



Les étoiles représentent les dates de découverte des cadavres lors du suivi en 2024.

Figure 48 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E01 sur la période de réalisation du suivi mortalité

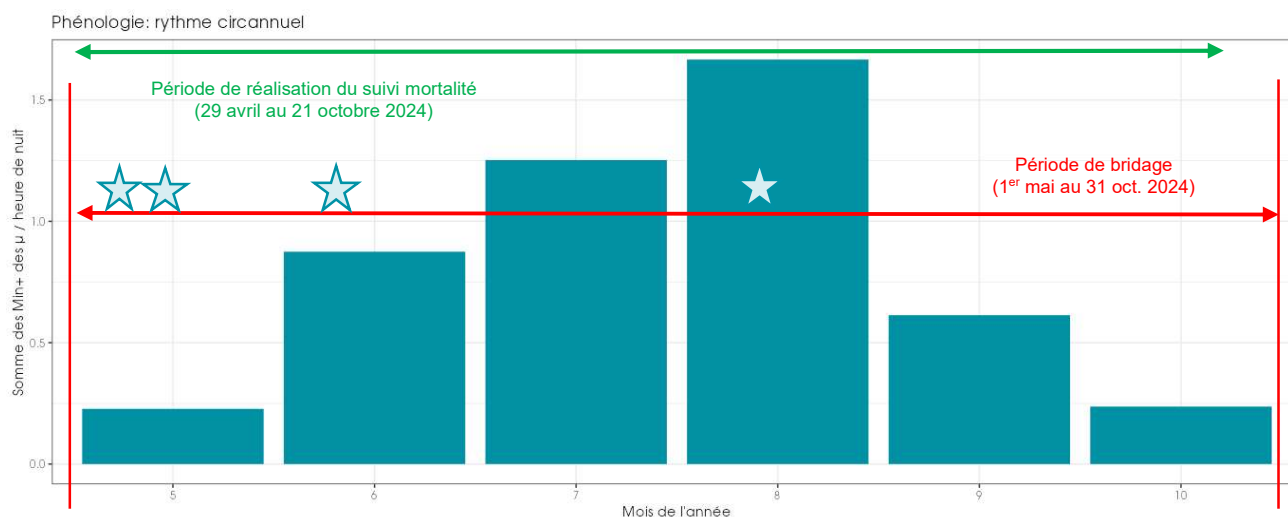


Figure 49 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E01 de Lion-en-Beauce sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024

On observe une activité des chauves-souris en altitude entre mai et octobre. L'activité augmente jusqu'à atteindre un maximum en août, avant de diminuer fortement en septembre, puis encore un peu en octobre. L'activité la plus importante est observée sur la période estivale/début de période automnale, au cours des mois de juin à août. Le pic d'activité se situe en août, mais le plus fort pic d'activité isolé a lieu en juin.

On observe donc une activité des chauves-souris en altitude sur l'ensemble du cycle biologique des chauves-souris à savoir en période de migration printanière (mai), en période de mise-bas des chauves-souris (juin-juillet) et également en période de migration (août-octobre).

La phénologie de découverte des cadavres correspond globalement à l'activité des chauves-souris, avec cependant plus de mortalité durant le mois de mai, qui est le mois avec l'activité la plus faible.

2.4.2.2 Comparaison des cortèges d'espèces détectées lors des suivis mortalité et acoustique

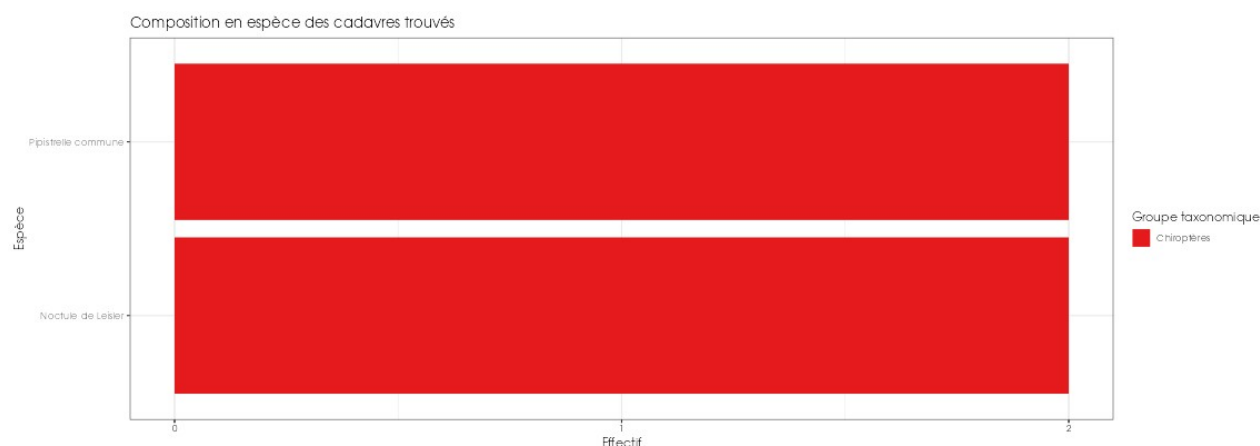


Figure 50 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Lion-en-Beauce

Pour le suivi de mortalité, les observations ont principalement concerné la Pipistrelle commune (n=2) et la Noctule de Leisler (n=2).

Tableau 42 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 80 m au niveau de l'éolienne E01

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	875	22,75%	331	19,92%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	664	17,26%	347	20,88%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1 395	36,27%	499	30,02%
Groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	301	7,83%	138	8,30%
Pipistrelle pygmée <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	1	0,03%	1	0,06%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	75	1,95%	32	1,93%
Groupe des « sérotules » indéterminées <i>Eptesicus/Nyctalus sp.</i>	535	13,91%	314	18,89%
Total	3 846	100,00%	1 662	100,00%

Pour le suivi acoustique, les espèces les plus fréquemment contactées sont la Pipistrelle commune (30%), suivie de la Noctule de Leisler (21%), puis la Noctule commune (20%), avec ensuite le groupe des « sérotules » (19%) et enfin la paire des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius (8%) et la Sérotine commune (2%).

Les deux espèces détectées lors du suivi mortalité sont également les deux espèces les plus présentes en altitude en 2024.

2.4.2.3 Phénologie des contacts pour les espèces retrouvées lors du suivi mortalité

Sur la période de suivi de l'activité en altitude en 2024, l'activité des chauves-souris est généralement plus importante en début de nuit (0 à h+1). On observe également que l'activité se poursuit plus longtemps durant la nuit en période automnale (jusqu'à h+12 au lieu de h+7 au printemps et en été).

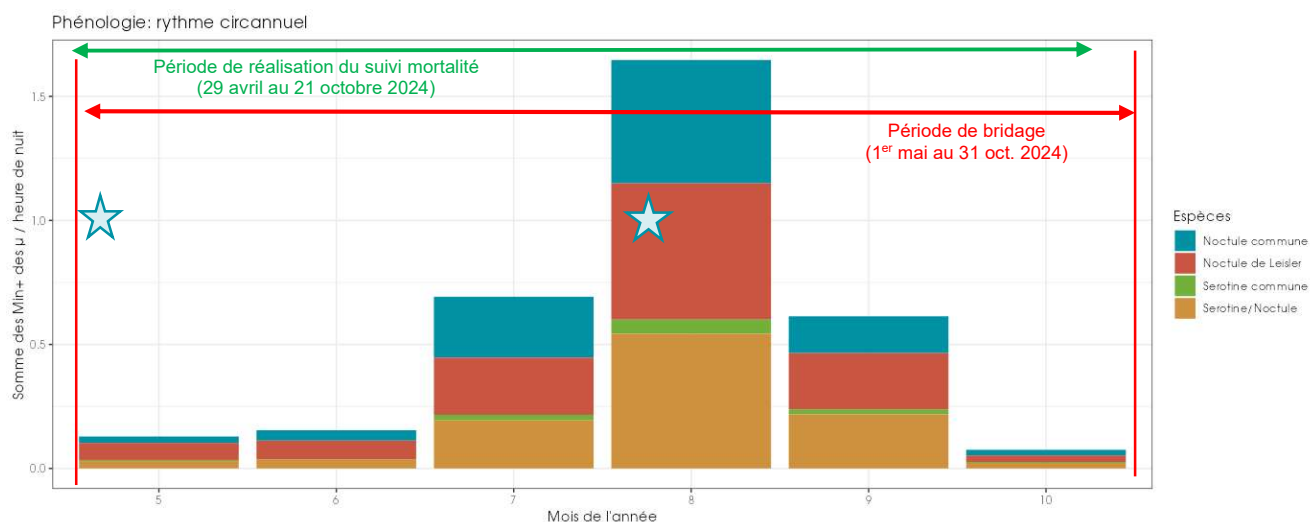
■ Groupe Sérotine commune / Noctule de Leisler / Noctule commune

Pour rappel, la Noctule de Leisler représente 21% de l'activité en minutes positives, la Noctule commune 20%, le groupe des « sérotules » 19% et la Sérotine commune 2%.

L'activité du groupe est réduite en mai et juin, avec une majorité de Noctule de Leisler. L'activité augmente en juillet, avec une activité équivalente entre Noctule commune, Noctule de Leisler et « sérotules », et atteint un pic en août, toujours avec les mêmes proportions. L'activité diminue ensuite en septembre, avec une activité de Noctule commune diminuant de façon plus importante, puis en octobre, l'activité est plus faible qu'en mai.

Le pic de juillet peut être dû à une migration précoce des noctules, car une population sédentaire locale aurait probablement été contactée en juin également.

Les deux cadavres retrouvés de Noctule de Leisler l'ont été le 07/05 et le 12/08. Le cadavre du 07/05 est plus étonnant en raison du faible nombre de contacts enregistrés pour l'espèce en ce mois. Le cadavre du 12/08 est plus cohérent étant donné que ce mois représente le pic maximal d'activité de l'espèce.



Les étoiles représentent les dates de découverte des cadavres de Noctule de Leisler lors du suivi en 2024.

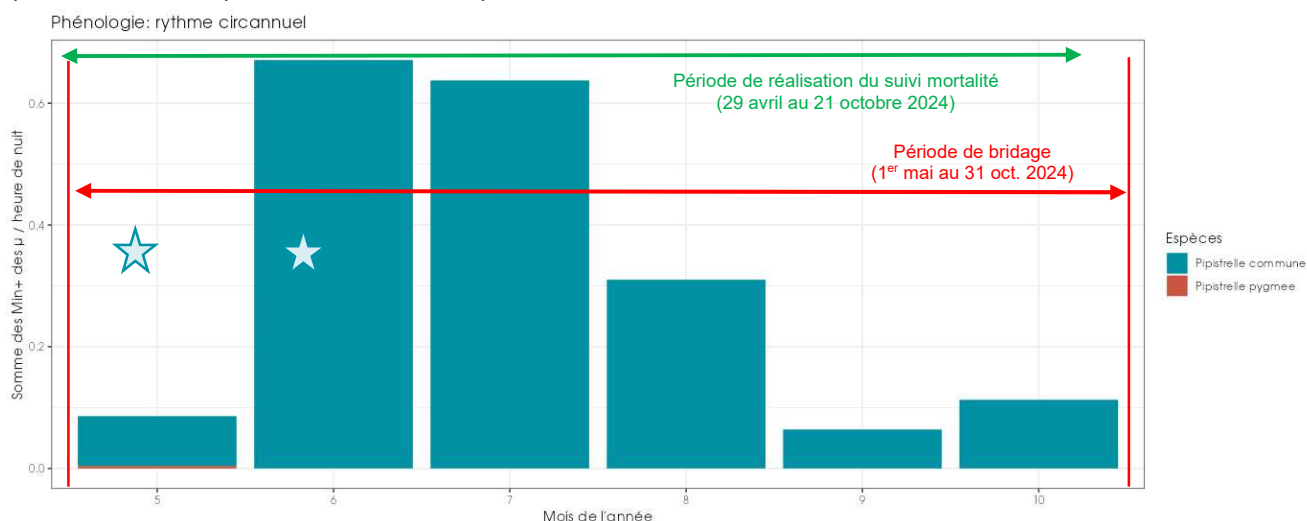
Figure 51 : Eolienne E01 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotnes en 2024

■ Groupe *Pipistrelle commune* / *Pipistrelle pygmée*

Pour rappel, la *Pipistrelle commune* représente 30% du total des minutes positives obtenues et a une activité jugée très forte sur toute la période de suivi. La *Pipistrelle pygmée* n'a été contactée avec certitude qu'en mai.

L'activité de la *Pipistrelle commune* augmente fortement et est à son maximum en juin (plus fort pic de l'année le 20 juin) puis diminue très légèrement en juillet, avant de diminuer de moitié en août et encore en septembre. Un léger regain d'activité est observé en octobre.

Les deux cadavres de *Pipistrelle commune* retrouvés l'ont été les 13/05 et 10/06. Le cadavre de mai est plus étonnant en raison du plus faible nombre de contacts de l'espèce durant ce mois, tandis que le cadavre de juin est cohérent avec le fait que c'est le mois de plus forte activité de l'espèce.



Les étoiles représentent les dates de découverte des cadavres de *Pipistrelle commune* lors du suivi en 2024.

Figure 52 : Eolienne E01 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles commune et pygmée en 2024

Les bilan de la phénologie des découvertes de cadavres est présenté dans le tableau ci-dessous (Tableau 43 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce).

Tableau 43 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce

Date	07/05	13/05	10/06	12/08	Total général
Période	Dispersion printanière		Mise-bas et élevage des jeunes	Migration automnale	
Bridage	Bridage actif				
Noctule de Leisler	1	-	-	1	2
Pipistrelle commune	-	1	1	-	2
Total général	1	1	1	1	4

2.4.2.1 Bilan du croisement des informations des deux suivis moralité/acoustique

Les espèces découvertes durant le suivi de mortalité correspondent aux principales espèces identifiées durant le suivi acoustique. L'espèce la plus contactée en altitude a été la Pipistrelle commune et deux cadavres de cette espèce ont été découverts. De la même manière, la Noctule de Leisler est la seconde espèce la plus contactée en altitude et les deux autres cadavres découverts appartiennent à l'espèce. Les pipistrelles sont à la fois le groupe d'espèces le plus contacté en altitude et le plus décompté parmi les cadavres découverts durant le suivi de mortalité.

La phénologie de ces contacts permet de voir que chaque espèce présente un cadavre en mai, période présentant pourtant le nombre de contacts le plus faible, mais que le second cadavre de chaque espèce a été retrouvé durant son mois de plus forte activité (juin pour la Pipistrelle commune et août pour la Noctule de Leisler).

Seul un des cadavres a été retrouvé au pied de l'éolienne E01, équipée du détecteur à ultrasons, tandis que les trois autres ont été retrouvés sous les autres éoliennes.

Limites du croisement des informations des suivis mortalité et acoustique : La comparaison des données acoustiques issues d'une seule éolienne (comparativement au suivi de mortalité qui est réalisé sur l'ensemble des éoliennes du parc) peut limiter l'interprétation du fait du manque de représentativité de l'activité locale de l'éolienne suivie en acoustique. Cette analyse comparative reste une analyse visuelle qui permet simplement de mettre en avant des éléments convergents ou non entre les deux types de suivis sur le même pas de temps. Pour le parc de Lion-en-Beauce, les trois éoliennes du parc étant d'une part localisées dans le même contexte agricole et d'autre part étant relativement proches les unes des autres, nous pouvons imaginer que l'activité sera semblable ou du moins proche entre les éoliennes de ce parc.

2.4.3 Evaluation de l'efficacité du bridage chiroptère en fonctionnement

Dans le cadre de l'évaluation de ces calculs d'asservissement, l'unité de mesure retenue pour calculer les pourcentages de couverture par classe est la minute positive (minute avec présence d'activité chiroptérologique).

Il est à noter que les capteurs des paramètres météorologiques n'ont pas pu faire remonter des données pour l'ensemble des contacts de chauves-souris obtenus sur l'éolienne. Le volume de données utilisé pour l'analyse d'évaluation du bridage correspond au nombre total de minutes positives pour lesquelles les données météorologiques sont disponibles, soit N=1 660 minutes positives sur 186 nuits de suivi, entre le 2 mai et le 4 novembre 2024, au lieu de 1 662 minutes.

Pour cette analyse spécifique, toutes les données de chauves-souris enregistrées sont utilisées pour les calculs. Ces contacts sont tous jugés à risque car présent dans ou à proximité du volume de brassage des pales.

Le parc éolien de Lion-en-Beauce fait déjà l'objet d'un bridage en fonction de l'activité des chauves-souris. Les caractéristiques de ce bridage sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 44 : Paramètre de bridage conventionnel pour le parc éolien de Lion-en-Beauce

Période	Du 1 ^{er} mai au 15 juillet	Du 16 juillet au 30 septembre	Du 1 ^{er} octobre au 31 octobre
Eoliennes concernées	Toutes les turbines		
Vitesse de vent nacelle (m/s)	< 6,5 m/s	< 7 m/s	< 6 m/s
Température ambiante nacelle (°C)	> 13°C		
Période de la nuit pour les éoliennes concernées	30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil		

Les résultats de l'évaluation des paramètres de bridage actuellement en mise œuvre sur les données d'activité enregistrées au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce en 2022/2023 et 2024 sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 45 : Evaluation de l'efficacité du bridage proposé en 2023 pour 2024 sur les données de 2022/2023

Evaluation du renforcement du bridage du parc de Lion-en-Beauce (données de 2022/2023)			
Période de mise en service du bridage - total	Du 1 ^{er} mai au 31 octobre		
Période de mise en service du bridage	01/05 au 15/07	16/07 au 30/09	01/10 au 31/10
Seuil de température	Par des températures supérieures à 13°C		
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures à 6,5 m/s	Par des vitesses de vents inférieures à 7 m/s	Par des vitesses de vents inférieures à 6 m/s
Durée du bridage	30 min avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil		
Proportion d'activité chiroptérologique (en % - mix de données 2022 et 2023) couverte par les arrêts machines en 2024	70,3 %	89,2 %	100 %
Proportion d'activité chiroptérologique (en % - mix de données 2022 et 2023) couverte par les arrêts machines en 2024 - total	87,7 %		
Nombre de minute positive restant à risque	22	98	0
Nombre de minute positive restant à risque - total	120		
Proportion d'activité de Noctules (en % - mix de données 2022 et 2023) couverte par le modèle sur la période de suivi	56,82 % Dont 100 % des Noctules de Leisler, 35,7 % des Noctules communes et 80 % du groupe Sérotine commune / Noctules	89,41 % Dont 93,5 % des Noctules de Leisler, 86,5 % des Noctules communes, 92,0 % du groupe Sérotine commune / Noctules	100 % des Noctules
Proportion d'activité de Noctules (en % - mix de données 2022 et 2023) couverte par le modèle sur la période de suivi - total	87,84 % Dont 93,8 % des Noctules de Leisler, 83,7 % des Noctules commune, 91,97% du groupe Sérotine commune / Noctules		
Nombre de minute positive restant à risque pour les noctules	19	79	0
Nombre de minute positive restant à risque pour les noctules - total	111		
Proportion d'activité de Pipistrelles (en % - mix de données 2022 et 2023) couverte par le modèle sur la période de suivi	90 % 86,36 % des Pipistrelles communes, 100 % des Pipistrelles de Kuhl / Nathusius	82,14 % 100 % des Pipistrelles communes, 76,2 % des Pipistrelles de Kuhl / Nathusius	100 % des Pipistrelles
Proportion d'activité de Pipistrelles (en % - mix de données 2022 et 2023) couverte par le modèle sur la période de suivi - total	85 % 87,1 % des Pipistrelles communes, 80,8 % des Pipistrelles de Kuhl / Nathusius		
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	4	5	0
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles - total	9		

Tableau 46 : Evaluation de l'efficacité du bridage proposé en 2023 pour 2024 sur les données récoltées lors du suivi de 2024

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 2 mai au 4 novembre)
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} mai au 15 juillet	Du 16 juillet au 30 septembre	Du 1 ^{er} octobre au 31 octobre	Du 1 ^{er} mai au 31 octobre
Seuil de température	Par des températures supérieures à 13°C			Par des températures supérieures à 13°C
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures à <u>6,5 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures à <u>7 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures à <u>6 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures à <u>6,5 m/s du 1^{er} mai au 15 juillet</u> Par des vitesses de vents inférieures à <u>7 m/s du 16 juillet au 30 septembre</u> Par des vitesses de vents inférieures à <u>6 m/s du 1^{er} octobre au 31 octobre</u>
Nombre d'heures durant la nuit	30 min avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil			30 min avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil
	Evaluation du scénario de bridage sur les données 2024 pour chacune des périodes			Evaluation sur l'ensemble du suivi en altitude (mai à novembre)
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	95,4%	93,1%	74,7%	93,1%
Nombre de minute positive restant à risque	31 minutes sur 681 toutes espèces confondues	76 minutes sur 1 099 toutes espèces confondues	19 minutes sur 75 toutes espèces confondues	114 minutes sur 1 660 toutes espèces confondues
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	92,8%	89,6 %	85,7%	90,8%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	7 minutes sur 97 minutes de présence des Noctules de Leisler.	28 minutes sur 270 minutes de présence des Noctules de Leisler.	1 minutes sur 7 minutes de présence des Noctules de Leisler.	32 minutes sur 347 minutes de présence des Noctules de Leisler.
Proportion d'activité des Noctules commune (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	95,2%	96,9 %	64,3%	95,4%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	4 minutes sur 83 minutes de présence des Noctules communes.	8 minutes sur 254 minutes de présence des Noctules communes.	5 minutes sur 14 minutes de présence des Noctules communes.	15 minutes sur 329 minutes de présence des Noctules communes.
Proportion d'activité de Pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	98,1%	98,2%	89,3%	97,2%
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	8 minutes sur 425 minutes de présences des Pipistrelles	5 minutes sur 277 minutes de présence des Pipistrelles	5 minutes sur 46 minutes de présence des Pipistrelles	18 minutes sur 638 minutes de présence des Pipistrelles

Le bridage proposé en 2023 pour l'année 2024 est satisfaisant, couvrant efficacement l'activité chiroptérologique même sur une année à forte activité comme 2024. Ce bridage peut donc être conservé à l'avenir sur le parc de Lion-en-Beauce et peut être considéré robuste face aux variations de l'activité à venir.

2.4.4 Suivi du comportement des oiseaux

Le suivi de l'activité des « rapaces » et plus particulièrement les busards a permis de contacter deux espèces de busards (le Busard cendré et le Busard Saint-Martin) durant la période du suivi de fin avril à début juillet 2024. Ce suivi met en avant le fait qu'en période de nidification, le Busard Saint-Martin utilise régulièrement le site.

Ce suivi a également permis de repérer un territoire de reproduction de Busards (en dehors de l'aire d'étude de 300 m autour des éoliennes du parc), à 425 m au nord de l'éolienne E03 (un couple de Busard Saint-Martin).

On notera que l'occupation du sol, en partie céréalière (blé et orge), est favorable au développement des micromammifères et donc à la chasse des rapaces dont les busards.

On signalera également qu'aucun cadavre de busard n'a été découvert sur le parc dans le cadre du suivi de la mortalité 2024 et ce, malgré une fréquentation régulière du site par le Busard Saint-Martin notamment.

2.4.5 Autres facteurs d'impact

Le modèle d'éoliennes installées au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce a la particularité d'avoir une garde au sol basse (23 m). Il est donc probable que cette caractéristique constitue un facteur aggravant impactant les individus volant à faible altitude également (non pris en compte dans l'étude acoustique en altitude). Cette garde basse constitue donc un biais à l'évaluation du risque de collision.

3 Mesures correctives et conclusion

3.1 Mesures correctives

3.1.1 Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique

Dans le cas du parc de Lion-en-Beauce, un nouveau bridage des éoliennes a été proposé à l'issue du suivi en altitude de 2023, permettant de couvrir une proportion plus acceptable de l'activité chiroptérologique en altitude. Les nouveaux paramètres de ce bridage ont donc été mis en place pour l'année 2024.

Tableau 47 : Bridage des éoliennes pour le parc de Lion-en-Beauce proposé en 2023 pour 2024

Période	Du 1 ^{er} mai au 15 juillet	Du 16 juillet au 30 septembre	Du 1 ^{er} octobre au 31 octobre
Eoliennes concernées	Toutes les turbines		
Vitesse de vent nacelle (m/s)	< 6,5 m/s	< 7 m/s	< 6 m/s
Température ambiante nacelle (°C)	> 13°C		
Période de la nuit pour les éoliennes concernées	30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil		

L'application de ces paramètres sur les résultats de 2024 font apparaître un niveau de protection important (cf. 2.3.3 : Tableau 46) : 93,1% de l'activité chiroptérologique globale, 95,4% de l'activité des Noctules communes et 90,8% de l'activité des Noctules de Leisler.

Sur les quatre cadavres retrouvés, deux étaient observés en mai, mais avec peu de contacts et durant lequel le bridage était actif, et deux autres cadavres ont été retrouvés lors des mois de plus forte activité de leurs espèces (juin pour la Pipistrelle commune et août pour la Noctule de Leisler).

Ce type d'analyse ne prend pas en compte les variations annuelles d'activité des chauves-souris. Les proportions d'activités protégées par les paramètres de bridage peuvent évoluer.

Toutefois, ces variations sont déjà visibles en comparant les résultats de l'évaluation du bridage en 2023 sur les données de 2022 et 2023. Le suivi de mortalité a permis de constater que la mortalité a bien diminué avec les années et l'élaboration de bridages plus efficaces, soit en mortalité brute 10 cadavres en 2022, 7 en 2023 et 4 en 2024. De plus, le bridage s'est révélé efficace sur une saison 2024 présentant une activité bien plus élevée (plus de 2 fois plus importante) qu'en 2022.

Il en résulte que le bridage actuel est jugé comme satisfaisant.

3.1.2 Reconduction du suivi « rapaces »

Les espèces ciblées par ce suivi (le Busard cendré et le Busard des roseaux) ont toutes été contactées durant la période du suivi de fin avril à début juillet 2024. Aucun cadavre de ces espèces n'a été observé.

Tout comme en 2023, au regard de la présence en 2024 d'un nid de Busard Saint-Martin à 425 m (en 2023 à moins de 300 m) au nord de l'éolienne E03, il est préconisé de poursuivre en 2025, le suivi sur les busards sur la période de reproduction pour évaluer leur fréquentation au niveau du parc. En cas de découverte d'un nid, il est préconisé de mettre en œuvre la protection de la nichée. Cette action agira plus globalement sur la préservation des populations locales.

3.1.3 Suivi post implantation

Au regard des résultats obtenus lors des suivis en 2024, il apparaît que le bridage en place est jugé comme satisfaisant. Par ailleurs, le suivi mortalité conclue à un impact non significatif pour les chauves-souris. En revanche, cet impact reste significatif pour les oiseaux. Bien qu'une forte mortalité sur les oiseaux soit observée depuis 2022, aucune mesure spécifique/dispositif n'existe actuellement pour limiter l'impact des éoliennes sur les oiseaux de petite taille (Linotte mélodieuse, Faucon crécerelle, Faisan de Colchide...). Il est possible en revanche que le bridage en cours, sur la période mai - octobre, peut avoir un effet sur les espèces migratrices de nuit à cette période de l'année.

Afin d'avoir une meilleure connaissance du réel impact du parc sur les populations locales d'oiseaux, une étude sur la dynamique des populations des espèces impactées via l'outil EOLPOP (Chambert et al., 2023) est à envisager. L'utilisation de cet outil se faisant espèce par espèce, le temps d'analyse et de mise en forme des données sont très chronophages. Dans le but de comprendre la tendance démographique des espèces les plus impactées par le parc, nous proposons d'étudier en 2025, l'espèce la plus impactée en période de reproduction depuis les 3 années de suivi à savoir l'Alouette des champs (6 individus dont 3 en 2022 et 3 en 2023). Ce point pourra être réabordé avec les services instructeurs pour avoir leur ressenti sur cette proposition. Par ailleurs, la mise en place de nichoirs pour le Faucon crécerelle (espèce protégée la plus retrouvée lors du suivi 2024 et 4^{ème} espèce la plus impactée depuis les 3 années de suivi avec 3 individus retrouvés dont 2 en 2024 et 1 en 2023) est à envisager afin de favoriser sa reproduction sur le secteur ; une étude en ce sens est à élaborer en 2025/2026 avec un suivi l'année suivant l'installation (au maximum 3 nichoirs).

En revanche, aucun nouveau suivi ICPE n'est envisagé en 2025. Afin de respecter l'arrêté d'autorisation du parc, un suivi ICPE devra de nouveau être réalisé à « N+10 » soit en 2031 (parc mis en service en 2021).

3.1.4 Poursuite de l'entretien rigoureux des plateformes

Il est important que les plateformes des éoliennes ne soient pas attrayantes pour le petit gibier de plaine, afin d'éviter d'attirer les prédateurs que sont les oiseaux de type « rapaces », espèces sensibles aux risques de collision. Afin d'éviter une telle attractivité, une fauche régulière devra être maintenue chaque année durant la totalité de fonctionnement du parc éolien de Lion-en-Beauce (un passage au printemps, un à deux passages en été et un passage à l'automne ; ce planning type est bien entendu à adapter en fonction des conditions météorologiques du moment).

3.2 Conclusions

Le suivi mortalité réalisé en 2024 a mis en évidence 13 cadavres dont 9 oiseaux (7 espèces) et 4 chauves-souris (2 espèces) lors des 26 semaines de suivi mortalité qui s'étendait du 29 avril au 21 octobre 2024 sur les trois éoliennes du parc.

Sur l'ensemble du suivi, les zones prospectées ont subi de fortes évolutions de l'occupation du sol et de la hauteur de végétation ce qui a été une forte contrainte dans la recherche de cadavres (hauteurs de végétation des cultures notamment : maïs, céréales, betteraves...). De plus, la persistance est relativement faible à l'échelle du parc, avec une durée de persistance moyenne comprise entre 1,6 et 2,1 jours selon les éoliennes ; c'est-à-dire qu'un cadavre disparaît en moyenne entre 1,5 et 2 jours. Afin de palier à cette faible persistance déjà constatée lors des suivis antérieurs, deux passages par semaines ont été réalisés sur la période du 1^{er} juin au 31 août 2024 (période de pic d'activité et de mortalité observée lors des suivis antérieurs) permettant ainsi de réduire les incertitudes. A ces coefficients correcteurs s'ajoute également le coefficient d'efficacité de recherche. Ainsi, les probabilités globales de détection calculées sont faibles notamment en 2024 comparé aux années antérieures (notamment au niveau de l'éolienne E01) et les estimations de mortalité (notamment les intervalles de confiances) qui intègrent ces facteurs sont plus importantes pour les oiseaux et les chauves-souris.

Concernant les oiseaux :

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024 (9 individus), il s'agit d'espèces locales ((Linotte mélodieuse, Bergeronnette grise, Faucon crécerelle, Faisan de Colchide...) ou bien migratrices/migratrices partielles (Pigeon ramier) dont les dates de découverte coïncident avec le passage de ces espèces sur la région. Sur les 9 oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024, 4 correspondent à une espèce chassable : le Pigeon ramier (2 individus), l'Étourneau sansonnet (1 individu) et le Faisan de Colchide (1 individu). On notera par ailleurs l'observation de deux espèces menacées en période de reproduction (vulnérable en France pour l'une et « en danger » en région Centre-Val de Loire pour l'autre), observées vers la mi-mai (Linotte mélodieuse et Mouette rieuse).

Au regard de ces observations mais également de l'estimation de la mortalité pour les oiseaux, **l'impact du parc est significatif pour les oiseaux**. En effet, l'estimation de la mortalité la plus probable pour ce groupe est comprise entre 19 et 28,3 oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi. Les résultats de la mortalité brute restent « dans la moyenne » des chiffres que l'on peut trouver soit dans la bibliographie, soit à partir de notre référentiel brute Biotope ; ce sont en fait les estimations des temps de persistance ainsi que la non-prospection de certaines surfaces au cours du suivi qui engendrent une forte augmentation de l'estimation de la mortalité ainsi que dans le calcul des incertitudes.

Au regard des comparaisons interannuelles, les données brutes et estimations de l'année 2024 sont **similaires** à celles des années précédentes pour les oiseaux.

En l'absence de dispositifs efficaces permettant de réduire la mortalité d'oiseaux de petite taille, il conviendrait d'avoir une meilleure connaissance du réel impact du parc sur les populations locales d'oiseaux, une étude sur la dynamique des populations de l'espèce la plus impactée depuis les 3 années de suivi à savoir l'Alouette des champs (6 individus dont 3 en 2022 et 3 en 2023) via l'outil EOLPOP est à envisager. Par ailleurs, la mise en place de nichoirs pour le Faucon crécerelle (espèce protégée la plus retrouvée lors du suivi 2024 et 4^{ème} espèce la plus impactée depuis les 3 années de suivi avec 3 individus retrouvés dont 2 en 2024 et 1 en 2023) est à entrevoir afin de favoriser sa reproduction sur le secteur ; une étude en ce sens est à élaborer en 2025/2026 avec un suivi l'année suivant l'installation (au maximum 3 nichoirs).

Dans ces circonstances, la reconduction du suivi mortalité sur l'année 2025 ne semble pas nécessaire pour les oiseaux ; elle n'apportera pas de nouvelles informations. Cependant, en fonction des résultats des suivis comportementaux et des simulations d'EOLPOP, l'exploitant devra réfléchir avec le bureau d'études et en discussion avec les services instructeurs à envisager possiblement de nouvelles mesures et mener un suivi ICPE pour vérifier leur efficacité.

Concernant les chauves-souris :

Concernant les chauves-souris, un bridage du parc est mis en place sur la période 1^{er} mai au 31 octobre pour l'ensemble des 3 éoliennes que compose le parc. Au regard des résultats du suivi 2024 où 4 chauves-souris ont été retrouvées entre début mai et mi-août 2024 (2 Pipistrelles communes et 2 Noctules de Leisler), nous avons une estimation de mortalité la plus probable selon les formules entre 10 et 16,3 chauves-souris par éolienne sur la période de suivi. Ces estimations sont dans la moyenne voire légèrement supérieure à ceux mentionnés par la bibliographie (environ 10 chauves-souris/éolienne/an) ou des référentiels estimées (4,5 chiroptères/éolienne/suivi pour le référentiel Biotope contre 3,53 chiroptères /éolienne/suivi pour le référentiel Ouest'Am (pour un suivi de la semaine S20 à S43 sur un rayon de prospection de 50 m). On notera qu'aucune espèce de chauves-souris considérée comme menacée en France ou en région Centre-Val de Loire n'a été retrouvée en 2024. Dans cette situation, nous pouvons conclure **que l'impact du parc est non significatif pour les chiroptères** au regard des estimations de mortalité. Encore une fois, ce sont en fait les résultats de la prédation ainsi que la non-prospection de certaines surfaces au cours du suivi qui engendre une augmentation de l'estimation de la mortalité en 2024.

Au regard des comparaisons interannuelles, les données brutes et estimations de l'année 2024 sont **en baisse** par rapport à celles des années précédentes pour les chauves-souris.

Au niveau de la phénologie, les écoutes en altitude réalisées en 2024 montrent la présence de chauves-souris en altitude sur l'ensemble du cycle biologique des chauves-souris à savoir en période de migration printanière (mai), en période de mise-bas des chauves-souris (juin-juillet) et également en période de migration (août-octobre). L'activité en altitude augmente jusqu'à atteindre un maximum en août, avant de diminuer fortement en septembre, puis encore un peu en octobre. L'activité

la plus importante est observée sur la période estivale/début de période automnale, au cours des mois de juin à août. Le pic d'activité se situe en août, mais le plus fort pic d'activité isolé a lieu en juin.

Les écoutes en altitude sur l'année 2024 ont permis de déterminer que le bridage actuellement en place couvrirait 93,1% de l'activité chiroptérologique globale, 95,4% de l'activité des Noctules communes et 90,8% de l'activité des Noctules de Leisler durant la période de suivi soit du 2 mai au 4 novembre 2024. Il en résulte que **le bridage en place est donc jugé satisfaisant en 2024 au regard des résultats obtenus** au niveau de l'éolienne E01.

Au regard des résultats obtenus lors du suivi ICPE en 2024, un impact significatif a été identifié pour les oiseaux. Cet impact est en revanche non significatif pour les chiroptères. De plus, les paramètres de bridage actuels sont jugés satisfaisants au regard de l'activité chiroptérologique enregistré au niveau de l'éolienne E01. Aucun nouveau suivi ICPE n'est envisagé en 2025. Afin de respecter l'arrêté d'autorisation du parc, un suivi ICPE devra de nouveau être réalisé à « N+10 » soit en 2031 (parc mis en service en 2021). Concernant les oiseaux, bien qu'une forte mortalité sur les oiseaux soit observée chaque année de suivi, aucune mesure spécifique/dispositif n'existe actuellement pour limiter l'impact des éoliennes sur les oiseaux de petite taille. Afin d'avoir une meilleure connaissance du réel impact du parc sur les populations locales d'oiseaux, une étude sur la dynamique des populations de l'espèce la plus impactée en période de reproduction (Alouette des champs) via l'outil EOLPOP est à envisager toutefois en 2025. En fonction des résultats, de nouvelles mesures ne sont pas à exclure. Par ailleurs, pour réduire l'impact du parc sur l'espèce protégée la plus retrouvée lors du suivi 2024 (Faucon crécerelle), la mise en place de nichoirs sur le secteur est à étudier en 2025/2026 (au maximum 3 nichoirs).

Bibliographie

- ④ ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. (2015). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, 544 p.
- ④ AKAIKE, Hirotugu. A new look at the statistical model identification. IEEE transactions on automatic control, 1974, vol. 19, no 6, p. 716-723. ANDRE, Y. 2004. - Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort. 20 p.
- ④ ARNETT E. B., ERICKSON W., KERNES J. & HORN J., 2005. – Relationship between bats and wind turbine in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. – Bats and Wind Energy Cooperative, 168 p.
- ④ ARNETT E. B., SCHIRMACHER M., HUSO M. & HAYES J., 2009. – Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. – Bats and Wind Energy Cooperative, 44 p.
- ④ ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021 - Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.
- ④ BAERWALD E. & BARCLAY R., 2009. – Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. – Journal of Mammalogy 90(6), p. 1341-1349.
- ④ BARATAUD, M. 2020. Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe. Identification des espèces, Etudes de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Museum National D'histoire Naturelle, Paris (Collection Inventaires et biodiversité), 344 P.
- ④ BARRIENTOS, Rafael, MARTINS, Ricardo C., ASCENSÃO, Fernando, et al. A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies. Biological conservation, 2018, vol. 222, p. 146-153.
- ④ BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p.
- ④ **BIOTOPE, 2023, Parc éolien de Lion-en-Beauce, commune de Lion-en-Beauce (45). Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères, suivi de l'activité des chiroptères en hauteur, suivi des habitats naturels. SAS LHI SolarWind WP Lion 2570. 124 p.**
- ④ **BIOTOPE, 2022, Parc éolien de Lion-en-Beauce, commune de Lion-en-Beauce (45). Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères, suivi de l'activité des chiroptères en hauteur, suivi des habitats naturels. SAS LHI SolarWind WP Lion 2570. 110 p.**
- ④ **BIOTOPE, 2022. Parc éolien de Lion-en-Beauce, commune de Lion-en-Beauce (45), Suivi de l'activité des chiroptères en altitude. SAS LHI SolarWind WP Lion 2570. 36 p.**
- ④ BORNER, L., DURIEZ, Olivier, BESNARD, A., et al. Bird collision with power lines: estimating carcass persistence and detection associated with ground search surveys. Ecosphere, 2017, vol. 8, no 11, p. e01966.
- ④ BROWN R. ET AL. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.
- ④ CHAMBERT, T., DURIEZ, O., DELEAUX, M., & BESNARD, A. (2023). EolPop, a R-shiny tool for quantifying the demographic impact of species exposed to fatalities: Application to bird collisions with wind turbines. Journal of Environmental Management, 345, 118923.
- ④ DALTHORP, D., MADSEN, L., HUSO, M., RABIE, P., WOLPERT, R., STUDYVIN, J., SIMONIS, J., and MINTZ, J., (2018), GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 7, chap. A2, 13 p., <https://doi.org/10.3133/tm7A2>.
- ④ DALTHORP, Daniel, HUSO, Manuela, DALTHORP, Mark, et al. Accounting for the Fraction of Carcasses outside the Searched Area and the Estimation of Bird and Bat Fatalities at Wind Energy Facilities. arXiv preprint arXiv:2201.10064, 2022.
- ④ DIETZ, C. ET VON HELVERSEN, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.
- ④ DOMÍNGUEZ DEL VALLE, Jon, CERVANTES PERALTA, Francisco, et JAUQUERO ARJONA, María I. Factors affecting carcass detection at wind farms using dogs and human searchers. Journal of Applied Ecology, 2020, vol. 57, no 10, p. 1926-1935.
- ④ DÜRR, T. (2024). Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe.
- ④ ERICKSON, W.P.; JOHSON, G.D.; STRICKLAND, M.; KRONNER, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.
- ④ FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.
- ④ FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.

- 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. https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf
- GAULTIER, Simon P., BLOMBERG, Anna S., IJÄS, Asko, et al. Bats and wind farms: The role and importance of the Baltic Sea countries in the European context of power transition and biodiversity conservation. *Environmental Science & Technology*, 2020, vol. 54, no 17, p. 10385-10398.
- GROUPE CHIROPTÈRES DE LA SFEPM, 2016. Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres Actualisation 2016 des recommandations SFEPM, Version 2.1 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 33 pages+ annexes
- HAQUART A., 2013 - Référentiel d'activité des chiroptères, éléments pour l'interprétation des dénombrements de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française : Biotope, École Pratique des Hautes Études, 99 p.
- HAQUART A., 2015. — ACTICHIRO, un référentiel pour l'interprétation des dénombrements de Chiroptères avec les méthodes acoustique en France. *Symbiose* (34-35): 1-9.
- HAQUART, A., BAS, Y., TRANCHARD, J. & LAGRANGE, H., 2012. Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mats de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. Présentation. In Rencontres nationales "chauves-souris" 2012.
- HARTER N. 2015. Eoliennes et mortalité des chiroptères : synthèse des résultats du suivi d'une quinzaine de parcs éoliens en Champagne-Ardenne. Rencontre chiroptères Grand-Est, Saint-Brissson, 16-18 octobre 2015. 15p.
- HUSO, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052 19 p.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe: A review of banding data and literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* No. 28: 1-172.
- INSTITUT D'ÉCOLOGIE APPLIQUEE, 2019. **Projet éolien de Lion-en-Beauce – Expertise écologique flore et habitats, avifaune, chiroptères, autre faune, évaluation des incidences Natura 2000. AboWind. 151 p.**
- KORNER-NIEVERGELT F, BEHR O, BRINKMANN R, ETTERSON MA, HUSO MM, DALTHORP D, KORNER-NIEVERGELT P, ROTH T and NIERMANN I (2015). "Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial." *Wildlife Biology*, pp. 30-43.
- KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN, R., NIERMANN, I. & BEHR, O. (2013). Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. *PLoS ONE* 8(7), e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997.
- KORNER-NIEVERGELT, F., KORNER-NIEVERGELT, P., BEHR, O., et al. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology*, vol. 17, no 4, p. 350-363.
- LABROSSE, A. (2009). Determining factors affecting carcass removal and searching efficiency during the post-construction monitoring of wind farms. University of Northern British Columbia.
- LAWSON M, JENNE D, THRSHER R, HOUCK D, WIMSATT J, STARW B, 2020 - An investigation into the potential for wind turbines to cause barotrauma in bats. *LoS ONE* 15(12) - <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242485>
- MARCHESI, P., BLANT, M. ET CAPT, S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.
- MATUTINI, F. 2014. Détermination de l'effort d'échantillonnage pour la réalisation d'inventaires chiroptérologiques à différentes échelles spatiales et en fonction de l'hétérogénéité des habitats : rapport de stage. centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (cefe), Montpellier ; biotope, Mèze, 13 p.
- MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE (MEDDE), 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre, Novembre 2015, 40p.
- MITCHELL-JONES A.J., AMORI G., BOGDANOWICZ W., KRYŠTUFK B., REIJNDERS P.J.H., SPITZENBERGER F., STUBBE M., THISSEN J.B.M., VOHRÁLIK V. & ZIMA J., 1999 - The atlas of European mammals, Societas Europaea Mammalogica, Poyser National History, 484 p.
- PONCE, Carlos, ALONSO, Juan Carlos, ARGANDOÑA, Gonzalo, et al. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation*, 2010, vol. 13, no 6, p. 603-612.
- PREFECTURE DU LOIRET, 2019. **Arrêté autorisant la SNC FERME EOLIENNE DE LION-EN-BEAUCE à exploiter une installation de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent sur la commune de LION-EN-BEAUCE. 10 p.**
- REYES, Gabriel A., RODRIGUEZ, Meredith J., LINDKE, Kenneth T., et al. Searcher efficiency and survey coverage affect precision of fatality estimates. *The Journal of Wildlife Management*, 2016, vol. 80, no 8, p. 1488-1496.
- RODRIGUES, L., BACH, L., DUBORG-SAVAGE, M. J., KARAPANDZA, B., KOVAC, D., KERVYIN, T., DEKKER, J., KEPEL, A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH, C., PARK, K., MICEVSKI, B. & MINDERMAN, J., 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- RUSS J., 2023. — Les chauves-souris par le son. Delachaux et Niestlé, 480 p.

- ④ RYDELL, J, OTTVALL, R, PETTERSSON, S, & GREEN M. (2017) The effects of wind power on birds and bats, an updated synthesis report 2017, Swedish Environmental Protection Agency. ISBN 978-91-620-6791-5, ISSN 0282-7298, 129p.
- ④ SAND, Camille-Amélie; NORMAND, Brice; KERBIRIOU, Christian; BARRÉ, Kévin; RAVACHE, Andreas. Suivis réglementaires de la mortalité dans les parcs éoliens : de l'analyse locale à l'approche intégrée. Sciences Eaux & Territoires, [S. l.], n. 46, p. article 8312, 2024. DOI: 10.20870/Revue-SET.2024.46.8312. Disponible en: <https://revue-set.fr/article/view/8312>. Accès en: 6 janv. 2025.
- ④ SMALLWOOD, K. Shawn. Estimating wind turbine-caused bird mortality. The Journal of Wildlife Management, 2007, vol. 71, no 8, p. 2781-2791.
- ④ SVENSSON L. (2014). Le guide ornitho, le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé. 448 p.
- ④ TAPIERO A., 2017 – Plan national d'actions en faveur des chiroptères 2016-2025. FCEN. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. 83 p.
- ④ TEMPLE H.J. & TERRY, A. (coord.), 2007 - The Status and Distribution of European Mammals. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. viii + 48 p.
- ④ UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE FRANCE, MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFÈRES & OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE, 2017 - La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France, 15 p.

Sites Internet

- ④ DREAL Centre-Val de Loire, 2024. Suivis environnementaux des parcs éoliens. <https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/eolien-r1769.html>
- ④ DURR, 2024: <https://ifu.brandenburg.de/ifu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/#>
- ④ SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFÈRES - <http://www.sfepm.org>.
- ④ ECOLOGIE ACOUSTIQUE DES CHIROPTERES - <http://ecologieacoustique.fr/>

5 Annexes



Annexe I : Tableau récapitulatif des observations de cadavres lors du suivi mortalité 2024

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
29/04/2024	E01	<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	Étourneau sansonnet	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post- collision	25 m
07/05/2024	E01	<i>Phasianus colchicus</i> Linnaeus, 1758	Faisan de Colchide	Plumée	Adulte	Femelle	Prédation ou charognage cadavre post- collision	10 m
07/05/2024	E03	<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	Noctule de Leisler	En décomposition	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	55 m
13/05/2024	E02	<i>Chroicocephalus ridibundus</i> (Linnaeus, 1766)	Mouette rieuse	Frais	Adulte	Mâle	Collision avec pale	25 m
13/05/2024	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Pipistrelle commune	Sec	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	49 m
13/05/2024	E02	<i>Linaria cannabina</i> (Linnaeus, 1758)	Linotte mélodieuse	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post- collision	17 m
13/05/2024	E02	<i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758	Bergeronnette grise	Sec	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	48 m
03/06/2024	E01	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	Faucon crécerelle	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	41 m
10/06/2024	E03	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Pipistrelle commune	Frais	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	53 m
05/07/2024	E02	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	Faucon crécerelle	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	14 m
02/08/2024	E02	<i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758	Pigeon ramier	En décomposition	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	45 m
12/08/2024	E01	<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	Noctule de Leisler	Frais	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	15 m
16/09/2024	E02	<i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758	Pigeon ramier	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	41 m

Annexe II : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante
Procédure administrative – Juillet 2022

Fiche de Notification : Déclaration d'incident faune volante

Données brutes et analyse d'un incident (blessure ou mortalité) lié au
fonctionnement d'un parc éolien

Historique des versions				
Indice	Nature de la version	Éléments transmis	Statut ¹	Date de transmission à la DREAL/DRIEAT/DEAL
1	Données brutes	§ 1 et 2 + plan	<input checked="" type="checkbox"/>	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
2	Analyse et mesures correctives	§ 3 à 7	<input checked="" type="checkbox"/>	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
3	Consolidation ultérieure	Facultatif	<input type="checkbox"/>	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	13/05/2024
Rédacteur (Point contact administration)	BIOTOPE - Franck LETERME
Coordonnées de l'exploitant ICPE, titulaire des autorisations	<ul style="list-style-type: none"> Nom du parc tel que mentionné sur les arrêtés d'autorisation : Ferme éolienne de Lion-en-Beauce N°ICPE OREOL : 0010013592
Localisation	<ul style="list-style-type: none"> Commune(s) : Lion-en-Beauce Département(s) : Loiret (45)


2. Données brutes

Date de découverte	13/05/2024
Contexte de la découverte	Le ou les individus ont été découverts : <input checked="" type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental <input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

¹ Cocher la case dès que l'étape est réalisée



Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante
Procédure administrative – Juillet 2022

Qualité de la personne ayant découvert	Qualité : <input type="checkbox"/> Promeneur / Riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant (exploitant, maintenancier, paysagiste...) <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'étude environnemental <input type="checkbox"/> Autre, préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Nom de la société le cas échéant : BIOTOPE
Informations sur l'individu	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1 • Type d'espèce identifiée : <input checked="" type="checkbox"/> Avifaune <input type="checkbox"/> Chiroptère • Espèce présumée : Nom commun : Linotte mélodieuse Nom scientifique : <i>Linaria cannabina</i> (Linnaeus, 1758) Liste rouge nationale : VU : Vulnérable Liste locale ou régionale établie selon la méthodologie UICN : NT : Quasi menacée
Contexte de la découverte de l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) et identifiant OREOL : 0010013592_E2 • Estimation de la distance de/des individus par rapport à l'éolienne (en mètres) : 17 m <input type="checkbox"/> Information non disponible • Localisation de/des individus par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Sud-Ouest <input type="checkbox"/> Information non disponible • Estimation de la date de la mort de/des individus : 1 à 2 jours environ <input type="checkbox"/> Information non disponible 
Informations particulières relatives à l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Etat des individus découverts : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort sans blessure visible <input type="checkbox"/> Mort avec blessure visible <input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s) <input checked="" type="checkbox"/> Plumée <input type="checkbox"/> Information non disponible • Si individu mort, état du cadavre découvert : <input type="checkbox"/> Frais



Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante
Procédure administrative – Juillet 2022

<p>France Énergie Éolienne</p>	<input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec <input checked="" type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i> • Individu bague : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé • N° bague : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i>
--	---

3. Analyse

<p>Etat initial de l'étude d'impact</p>	<ul style="list-style-type: none"> L'espèce était-elle identifiée dans l'état initial de l'étude d'impact ? <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Si oui, préciser : Lors de l'état initial, « la Linotte mélodieuse (<i>Carduelis cannabina</i>), passereau commun, protégé et considéré comme "vulnérable" en France métropolitaine. Un couple cantonné a été observé dans une parcelle de colza. Ce milieu constitue un habitat de substitution pour cette espèce plutôt inféodée aux haies et aux buissons. [...] Malgré sa présence en nidification et son statut de menace, l'espèce ne constitue qu'un enjeu faible. ». L'espèce faisait-elle l'objet de mesures ERC ? <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Si oui, les détailler : Pour réduire le risque de dérangement de niveau faible pour la Linotte mélodieuse, il importe de commencer la réalisation des travaux hors de la période de nidification des espèces d'enjeux qui s'étend de la mi-mars à la mi-août.
<p>Fonctionnement de l'éolienne impliquée</p>	<ul style="list-style-type: none"> L'éolienne fait-elle l'objet d'une mesure de <u>régulation statique</u> en lien avec l'individu découvert ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, préciser le type de mesure et sa programmation : / La régulation était-elle programmée pour fonctionner au moment de l'incident ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i> La régulation était-il effectivement en fonctionnement ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Décrire le dysfonctionnement : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i> La programmation de la mesure de régulation était-elle adaptée ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Préciser les mesures correctives et améliorations possibles en parties 5 & 6



Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante
Procédure administrative – Juillet 2022

	<ul style="list-style-type: none"> L'éolienne fait-elle l'objet d'une <u>régulation dynamique</u> avec présence d'un Système de Détection Automatisé (SDA) <u>en lien avec l'individu découvert</u> ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, préciser le type de dispositif et les modalités de paramétrage pour l'espèce concernée : / Le système était-il programmé pour fonctionner au moment de l'incident ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Information non disponible Le système était-il effectivement en état de marche ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Décrire le dysfonctionnement : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> Information non disponible La programmation du système était-elle adaptée ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Préciser les mesures correctives et améliorations possibles en parties 5 & 6
<p>Contexte de l'incident, lorsque celui-ci peut être déterminé</p>	<ul style="list-style-type: none"> Contexte : <input type="checkbox"/> Travaux agricoles récents <input type="checkbox"/> Période de migration de l'espèce <input type="checkbox"/> Individu ou couple cantonné connu à proximité <input type="checkbox"/> Indéterminé <input checked="" type="checkbox"/> Autre ? Déplacement local en période de nidification Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Friche (hauteur : 15 cm / recouvrement : 70 %). Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette blessure / mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : / Hypothèse(s) avancée(s) : <input type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage <input type="checkbox"/> Migrateur <input type="checkbox"/> Nicheur potentiel <input type="checkbox"/> Hivernant <input checked="" type="checkbox"/> Autre hypothèse, préciser : Individu en déplacement local nichant en Beauce
<p>Causes probables de l'incident</p>	<input type="checkbox"/> Collision <input type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input checked="" type="checkbox"/> Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le



Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante Procédure administrative – Juillet 2022

	cas échéant : Seule une plumée a été retrouvée. Une prédation post-collision/barotraumatisme semble être le plus probable.
Causes profondes de l'incident	Collision ou barotraumatisme ; état de l'individu (plumée) ne permettant pas d'aller plus loin dans l'analyse

4. Autres commentaires

/

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

/

6. Enseignements tirés / améliorations réalisées ou envisagées

En fin de suivi, il conviendra de mettre en relation cette découverte avec l'ensemble des découvertes réalisées lors des suivis réalisés sur ce parc depuis 2022.

7. Éléments complémentaires transmis

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

- ☒ Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site, avec si possible une croix estimant le lieu de découverte à titre indicatif²
- ☒ Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*
- ☐ Suivis environnementaux et éléments pertinents de l'étude d'impact, *sauf si déjà transmis*
- ☐ Radiographie, *si réalisée*
- ☐ Rapport d'autopsie, *si réalisée*
- ☐ Analyse toxicologique, *si réalisée*
- ☐ Autre, à préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

² A transmettre dès la V1 de la présente fiche



Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante
Procédure administrative – Juillet 2022



Version Mai 2022



Page 6 sur 6



Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante
Procédure administrative – Juillet 2022

Fiche de Notification : Déclaration d'incident faune volante

Données brutes et analyse d'un incident (blessure ou mortalité) lié au
fonctionnement d'un parc éolien

Historique des versions				
Indice	Nature de la version	Eléments transmis	Statut ¹	Date de transmission à la DREAL/DRIEAT/DEAL
1	Données brutes	§ 1 et 2 + plan	<input checked="" type="checkbox"/>	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
2	Analyse et mesures correctives	§ 3 à 7	<input checked="" type="checkbox"/>	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
3	Consolidation ultérieure	Facultatif	<input type="checkbox"/>	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	13/05/2024
Rédacteur (Point contact administration)	BIOTOPE - Franck LETERME
Coordonnées de l'exploitant ICPE, titulaire des autorisations	<ul style="list-style-type: none"> Nom du parc tel que mentionné sur les arrêtés d'autorisation : Ferme éolienne de Lion-en-Beauce N°ICPE OREOL : 0010013592
Localisation	<ul style="list-style-type: none"> Commune(s) : Lion-en-Beauce Département(s) : Loiret (45)

2. Données brutes

Date de découverte	13/05/2024
Contexte de la découverte	Le ou les individus ont été découverts : <input checked="" type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental <input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

¹ Cocher la case dès que l'étape est réalisée



Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante
Procédure administrative – Juillet 2022

Qualité de la personne ayant découvert	Qualité : <input type="checkbox"/> Promeneur / Riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant (exploitant, maintenancier, paysagiste...) <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'étude environnemental <input type="checkbox"/> Autre, préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Nom de la société le cas échéant : BIOTOPE
Informations sur l'individu	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1 • Type d'espèce identifiée : <input checked="" type="checkbox"/> Avifaune <input type="checkbox"/> Chiroptère • Espèce présumée : Nom commun : Mouette rieuse Nom scientifique : <i>Chroicocephalus ridibundus</i> (Linnaeus, 1766) Liste rouge nationale : NT : Quasi menacée Liste locale ou régionale établie selon la méthodologie UICN : EN : En danger
Contexte de la découverte de l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) et identifiant OREOL : 0010013592_E2 • Estimation de la distance de/des individus par rapport à l'éolienne (en mètres) : 25 m <input type="checkbox"/> Information non disponible • Localisation de/des individus par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Nord-Est <input type="checkbox"/> Information non disponible • Estimation de la date de la mort de/des individus : 1 à 4 heures environ avant le passage <input type="checkbox"/> Information non disponible
Informations particulières relatives à l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Etat des individus découverts : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort sans blessure visible <input type="checkbox"/> Mort avec blessure visible <input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s) <input type="checkbox"/> Plumée <input type="checkbox"/> Information non disponible • Si individu mort, état du cadavre découvert :





Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante
Procédure administrative – Juillet 2022

<p>France Énergie Éolienne</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Information non disponible</p> <p>• Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé • N° bague : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> Information non disponible</p>
---	--

3. Analyse

<p>Etat initial de l'étude d'impact</p>	<ul style="list-style-type: none"> L'espèce était-elle identifiée dans l'état initial de l'étude d'impact ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, préciser : / L'espèce faisait-elle l'objet de mesures ERC ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, les détailler : /
<p>Fonctionnement de l'éolienne impliquée</p>	<ul style="list-style-type: none"> L'éolienne fait-elle l'objet d'une mesure de <u>régulation statique</u> en lien avec l'individu découvert ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, préciser le type de mesure et sa programmation : / La régulation était-elle programmée pour fonctionner au moment de l'incident ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Information non disponible La régulation était-il effectivement en fonctionnement ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Décrire le dysfonctionnement : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> Information non disponible La programmation de la mesure de régulation était-elle adaptée ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Préciser les mesures correctives et améliorations possibles en parties 5 & 6 L'éolienne fait-elle l'objet d'une <u>régulation dynamique</u> avec présence d'un Système de Détection Automatisé (SDA) <u>en lien avec l'individu découvert</u> ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, préciser le type de dispositif et les modalités de paramétrage pour l'espèce concernée : / Le système était-il programmé pour fonctionner au moment de l'incident ?



Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante
Procédure administrative – Juillet 2022

	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i> Le système était-il effectivement en état de marche ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Décrire le dysfonctionnement : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i> La programmation du système était-elle adaptée ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Préciser les mesures correctives et améliorations possibles en parties 5 & 6
Contexte de l'incident, lorsque celui-ci peut être déterminé	<ul style="list-style-type: none"> Contexte : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Travaux agricoles récents <input type="checkbox"/> Période de migration de l'espèce <input type="checkbox"/> Individu ou couple cantonné connu à proximité <input type="checkbox"/> Indéterminé <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme (hauteur: 0 cm / recouvrement : 0 %). Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette blessure / mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : On notera la présence non loin du parc de Lion-en-Beauce (2 km au sud-est de E01) de bassins sur la commune de Ruan pouvant attirer les oiseaux d'eau dont la Mouette rieuse. Hypothèse(s) avancée(s) : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage <input type="checkbox"/> Migrateur <input type="checkbox"/> Nicheur potentiel <input type="checkbox"/> Hivernant <input checked="" type="checkbox"/> Autre hypothèse, préciser : Individu en déplacement local voire en prospection alimentaire
Causes probables de l'incident	<input checked="" type="checkbox"/> Collision <input type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Causes profondes de l'incident	Collision probable lors de transit de l'individu au niveau du parc de Lion-en-Beauce



Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante
Procédure administrative – Juillet 2022

4. Autres commentaires

/

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

/

6. Enseignements tirés / améliorations réalisées ou envisagées

En fin de suivi, il conviendra de mettre en relation cette découverte avec l'ensemble des découvertes réalisées lors des suivis réalisés sur ce parc depuis 2022.

7. Éléments complémentaires transmis

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

- ☒ Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site, avec si possible une croix estimant le lieu de découverte à titre indicatif²
- ☒ Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*
- ☐ Suivis environnementaux et éléments pertinents de l'étude d'impact, *sauf si déjà transmis*
- ☐ Radiographie, *si réalisée*
- ☐ Rapport d'autopsie, *si réalisée*
- ☐ Analyse toxicologique, *si réalisée*
- ☐ Autre, à préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

² A transmettre dès la V1 de la présente fiche



Parc éolien – Déclaration d'Incident Faune Volante
Procédure administrative – Juillet 2022



Annexe III : Liste des oiseaux observés lors du suivi rapaces réalisé entre fin avril et début juillet 2024

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Centre-Val de Loire (nicheur)	Effectif total
<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	-	-	LC	NT	NT	8
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	-	Art. 3	LC	LC	LC	12
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	LC	LC	NT	54
<i>Circus pygargus</i>	Busard cendré	An. I	Art. 3	LC	NT	VU	3
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NT	LC	8
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	-	Art. 3	LC	NT	LC	5
<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière	-	Art. 3	LC	LC	LC	8
<i>Phasianus colchicus</i>	Faisan de Colchide	-	-	LC	LC	NE	1
<i>Tadorna tadorna</i>	Tadorne de Belon	-	Art. 3	LC	LC	NA	2

Légende :

- An. I : espèces inscrites à l'annexe I de la directive européenne 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages, ou directive « Oiseaux »
- Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 29 octobre 2009 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.
- Liste rouge Europe : Liste rouge Europe (Birdlife International (2021). European Red List of Birds. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities) : LC : préoccupation mineure ; NT : quasi menacé.
- Liste rouge France : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) : LC : préoccupation mineure ; NT : quasi menacé ; VU : vulnérable ; EN : en danger d'extinction ; DD : données insuffisantes.
- Liste rouge Centre-Val de Loire : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs (UICN, 2013) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure ; NE : non évalué ; NA : non applicable.

Annexe IV : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité

“Arrêté du 22 juin 2020 portant modification des prescriptions relatives aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement

L'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement est modifié conformément aux dispositions des articles 2 à 22 du présent arrêté. “

« Arrêté du 22 juin 2020 - art. 9 a modifié les dispositions suivantes :

Modifie Arrêté du 26 août 2011 - art. 12 (V) , L'article 12 est remplacé par : »

« Art. 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 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 II de l'article 2.3. 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. « Dans le cas d'un projet de renouvellement d'une installation existante, autre qu'un renouvellement à l'identique ou une extension au sens de l'article R. 181-46-I du code de l'environnement, 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 l'article R. 181-46 du code de l'environnement.

Annexe V : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale

semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité doit être réalisé ...	Si enjeux avifaunistiques spécifiques	Dans tous les cas		Si enjeux avifaunistiques en période hivernale
Suivi d'activité des chiroptères	Si enjeux sur les chiroptères	Si pas de suivi en hauteur dans l'étude d'impact	Dans tous les cas	Si enjeux sur les chiroptères

Figure 53 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018

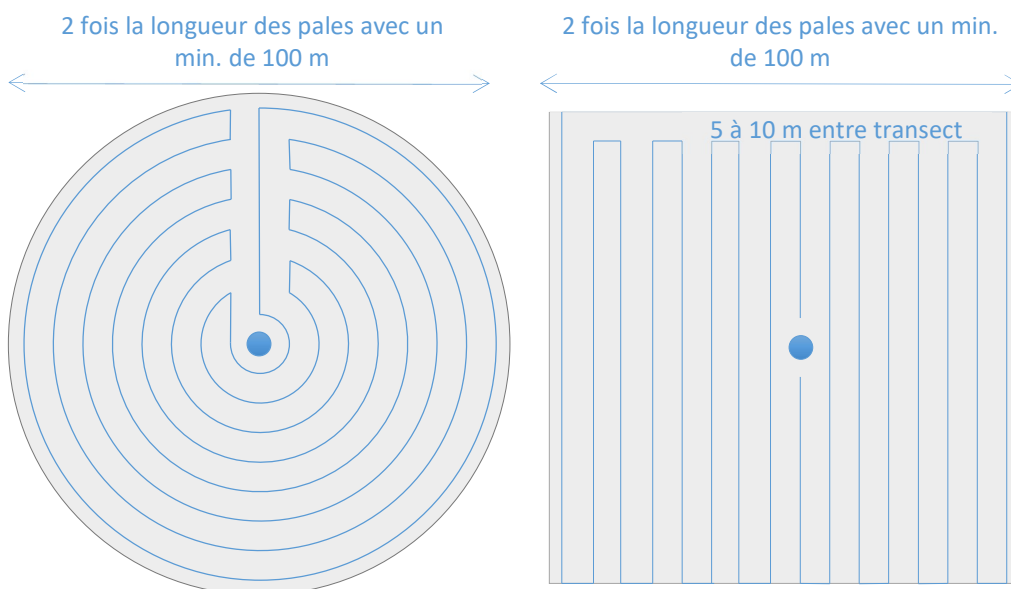


Figure 54 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).

Annexe VI : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques

L'objectif de ce suivi est de proposer une estimation de la mortalité réelle des chauves-souris et des oiseaux, au sein du parc. Le protocole national révisé en 2018 demande de préciser les incertitudes de l'estimation de la mortalité.

Tel que demandé par le protocole national, deux tests de prédation ont été réalisés dans le cadre du suivi de la mortalité. Ces tests ont été réalisés au cours du suivi pour que les résultats puissent être représentatifs des grandes périodes biologiques (saisons). Pour ce faire, les leurres ont été disposés de manière aléatoire pour chaque éolienne suivie au sein des zones de prospections.

Tel que demandé dans le protocole national, deux tests ont été réalisés dans le cadre du suivi de la mortalité. Ces deux tests sont réalisés par la méthode de l'échantillonnage stratifié en fonction des différents types d'occupation du sol que l'observateur est susceptible de prospecter tout au long du suivi. Le moment de réalisation des tests doit permettre de tester l'observateur dans un maximum de situations d'occupation du sol, à l'échelle de l'ensemble du parc éolien. De 10 à 15 leurres identiques sont disposés aléatoirement pour chaque catégorie d'occupation du sol à tester et sur l'ensemble du parc, à l'insu de l'observateur.

Le principe général des estimations par éolienne est le suivant :

$$Ne = Nd / (a \times P(s,f))$$

Ne = nombre estimé le plus probable de chauves-souris ou d'oiseaux tués par les éoliennes au sein de la zone prospectée.

Nd = nombre total de cadavres découvert de chauves-souris ou d'oiseaux dont la mort est imputable aux éoliennes.

a = Coefficient correcteur de surface moyen pondéré, calculé par simple proportion du taux moyen de surfaces prospectées et pondéré par la durée inter-passage.

P(s,f) = Probabilité de détection propre à chaque méthode d'estimation (e.g. de Erickson, de Jones, de Huso, de Korner-Nievergelt etc.). Les équations sous-jacentes à chaque méthode d'estimation font toutes appel à **deux coefficients correcteurs** que sont le coefficient de persistance (**s**) (qui peut être exprimée comme une durée de persistance ou comme une probabilité de survie suivant les formules) et le coefficient d'efficacité de recherche moyen (**f**). La valeur de **P(s,f)** obtenue correspond à une probabilité de détection moyenne tenant compte du fait que certains cadavres sont manqués faute de détection parfaite et d'autre du fait de leur disparition. Associée au nombre de cadavres trouvés durant le suivi pour chaque éolienne (**Nd**) ainsi qu'à la surface moyenne prospectée (**a**), il est possible d'estimer la mortalité réelle. Ainsi **a x P(s,f)** correspond une probabilité globale de détection des cadavres.

La détermination des coefficients correcteurs « **s** » et « **f** » est très importante du fait de leur effet sur l'estimation de **Ne**. C'est pour cela qu'il est particulièrement important d'avoir la capacité d'évaluer *a posteriori* la précision de leurs évaluations.

Limites générales à la démarche d'estimation de la mortalité :

Pour le moment, les incertitudes des différents coefficients correcteurs ne sont pas utilisées dans les calculs de l'incertitude de l'estimation de la mortalité. Toutefois, il est possible d'évaluer cela en regardant 1) les incertitudes de chaque coefficient correcteur pour vérifier leur qualité et 2) en analysant en même temps les incertitudes de l'estimation de mortalité finale elle-même. En effet, l'intervalle de confiance de l'estimation de mortalité sera d'autant plus large que la probabilité de détection globale moyenne est faible et que le nombre de cadavres découverts est grand.

L'utilisation de modèles, suivie d'une sélection par AIC pour déterminer les coefficients correcteurs (persistance et efficacité de recherche), a pour avantage 1) de générer les incertitudes aux coefficients correcteurs pour évaluer leur précision, 2) de prendre en compte le design expérimental des tests (notamment le nombre de leurres déployés qui limitent la capacité prédictive des modèles) en respectant les contraintes statistiques et aussi 3) de réaliser la meilleure stratification (intégration de tous facteurs influençant la détectabilité) pour décrire au plus juste la réalité du suivi. Toutefois, il n'est pas possible d'intégrer toutes les sources de variation, comme le travail des agriculteurs sur leurs parcelles. En effet, le travail du sol dépend de la météo et il est impossible de savoir à quel moment les agriculteurs vont passer sur leurs champs, entraînant l'enterrement involontaire/aléatoire des cadavres.

Tel que défini par le protocole national, « seules les zones à ciel ouvert et praticables sont prospectées. Le reste de la surface échantillon devra faire l'objet d'une correction proportionnelle par coefficient surfacique ». Les zones non prospectables sont définies comme 1) des secteurs de boisements ou alors 2) comme des végétations ne permettant pas de pénétrer dans la parcelle ou enfin 3) comme une parcelle où la détectabilité est proche de zéro. Par notre expérience, une végétation au-delà de 30 cm de hauteur limite très fortement la capacité de détection des cadavres. En fonction du type de couvert, le technicien a la possibilité de continuer à prospecter s'il estime que sa capacité de détection est encore significative ou de considérer la parcelle comme non prospectable. Les surfaces non prospectées sont alors prises en compte par le coefficient correcteur de surface

Le coefficient correcteur de surface par simple proportion, tel que demandé par le protocole national suppose comme hypothèse que la densité des cadavres est identique entre les zones prospectées et celles non prospectées. Par ailleurs, il est assez fréquent que le faible nombre de cadavres ne permette pas de quantifier la relation entre la densité de cadavres et la distance au sol de l'éolienne. Toutefois, ce sont majoritairement les zones éloignées des mats qui ont le plus de chance

de ne pas pouvoir être prospectées du fait de la présence récurrente d'une plateforme et chemin d'accès prospectable au pied des éoliennes. Ainsi, considérer à tort que la densité est homogène, peu importe la distance à éolienne, est donc en général conservateur (ne réduit pas l'estimation) au contraire d'une relation distance dépendance (Arnett et al. 2005). Toutefois, ces zones non prospectables participent à minimiser la mortalité observée mais aussi à surestimer la mortalité estimée par l'effet direct du coefficient correcteur de surface sur la probabilité de détection globale.

Tous les estimateurs utilisés ici se basent sur l'hypothèse que la mortalité est constante tout au long du suivi. Ce qui est vraisemblablement faux du fait des différentes phases du cycle biologique que peut couvrir un suivi. Des variables supplémentaires (comme l'activité acoustique pour les chiroptères), pourraient permettre de pondérer l'estimation de la mortalité en fonction de l'activité au cours du temps.

Le protocole national précise « Qu'il s'agisse du test d'efficacité ou du test de persistance des cadavres, il s'agira de s'assurer que les résultats permettent bien une utilisation statistique robuste dans l'estimation de la mortalité. ». Pour le test de persistance, le nombre de cadavres déployés va directement influencer la puissance statistique permettant d'estimer la vitesse de persistance moyenne, et d'autant plus si la vitesse de disparition est forte. En fonction de la pression de prédation (difficilement estimable au début du suivi), un nombre trop faible de cadavre (défini par défaut au début du suivi) peut impliquer l'incapacité d'estimer de manière robuste le coefficient de prédation pour chaque éolienne, voir même à l'échelle du parc. Ainsi, suivant les situations, cela peut remettre en cause cette demande spécifique du protocole national. Cela peut même engendrer l'incapacité de répondre au protocole national dans son ensemble si l'estimation de mortalité devient impossible. D'autre part, le nombre important de rats déposés (concentration), ainsi que leur taille et leur couleur peuvent générer des phénomènes d'attraction/saturation sur les prédateurs. Dans la mesure du possible, il convient d'éviter les souris/rats blancs mais cela est rarement possible en raison du manque de production de rongeurs gris. Ainsi, les rongeurs doivent correspondre le plus possible en taille à des chiroptères, en l'absence d'alternative satisfaisante (répétabilité des tests notamment).

Le protocole national prévoit également une « Analyse croisée avec les données et résultats de suivis d'activité en continu des chauves-souris (corrélations entre pics d'activité et mortalités, entre l'évolution du cortège d'espèces inventorié par suivi en continu en nacelle et la chronologie de la mortalité par espèce...) ». Comme les protocoles acoustique et mortalité sont réalisés de manière indépendante, notamment pour les éoliennes suivies, la cohérence des résultats reste très aléatoire. A minima, la comparaison sera descriptive et tentera de mettre en lumière les possibles liens entre ces deux sources de données.

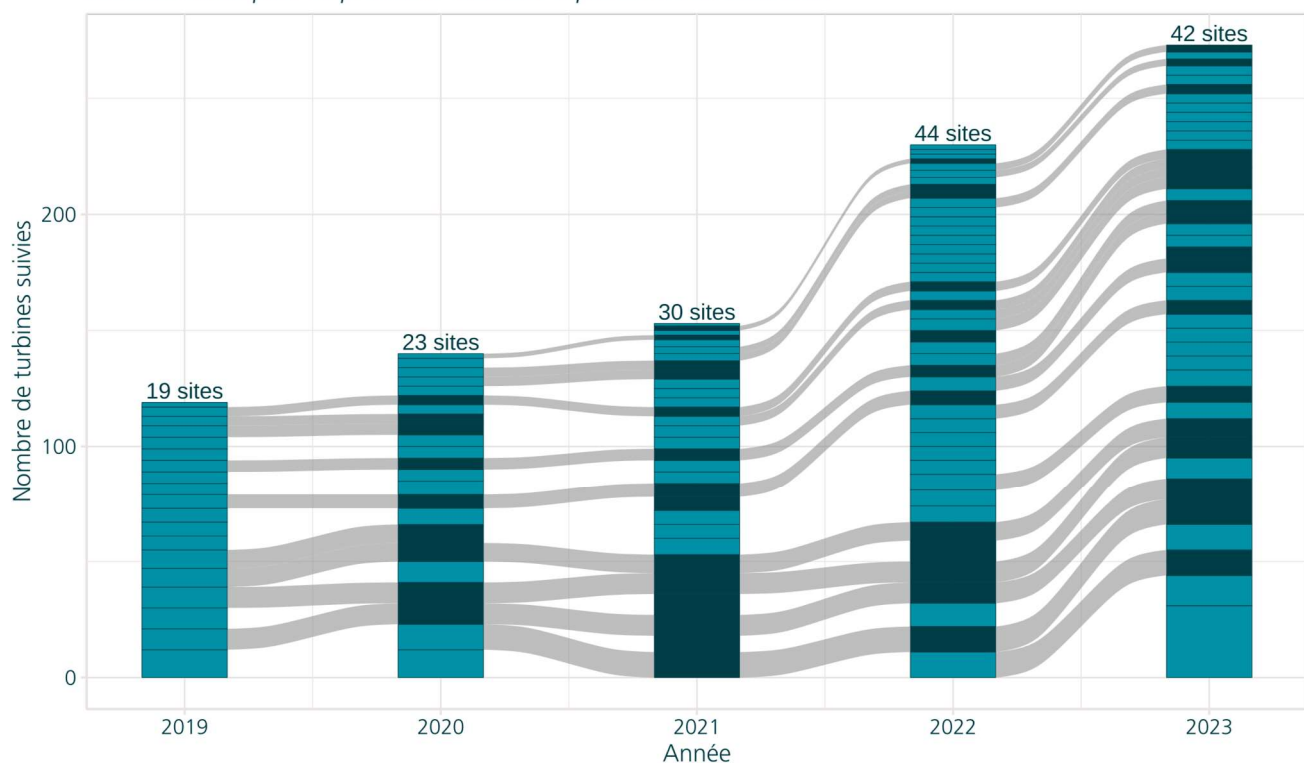
Annexe VII : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%

- L'AIC est l'anagramme du critère d'information d'Akaike, (en anglais Akaike information criterion ou AIC). Il s'agit d'un indice calculé pour évaluer la qualité d'un modèle statistique proposée par Hirotugu Akaike en 1973. Cet indice permet de comparer plusieurs modèles sur une base objective et notamment en pénalisant les modèles en fonction du nombre de paramètres (complexification) afin de satisfaire le critère de parcimonie. Les modèles avec une valeur d'AIC la plus faible sont les plus pertinents à sélectionner. L'AIC weight permet de classer les modèles par leur pourcentage d'intérêt relativement aux autres par pondération des valeurs d'AIC.
- L'intervalle de confiance à 95% se caractérise par une borne basse et haute entre lesquelles la valeur réelle (et estimée statistiquement) a 95% de chance de se situer.

Annexe VIII : Détails sur la méthodologie, les résultats et les biais concernant les référentiels mortalité Biotope

Répartition des données du référentiel selon les années

Les 'alluviums' mettent en évidence la continuité du suivi d'un site sur des années consécutives. Chaque année, les sites sont empilés par ordre décroissant du nombre de turbines suivies. Les sites suivis pour la première fois sont représentés en bleu clair



Données & réalisation : Bureau d'études Biotope

Figure 55 : Répartition des données du référentiel selon les années

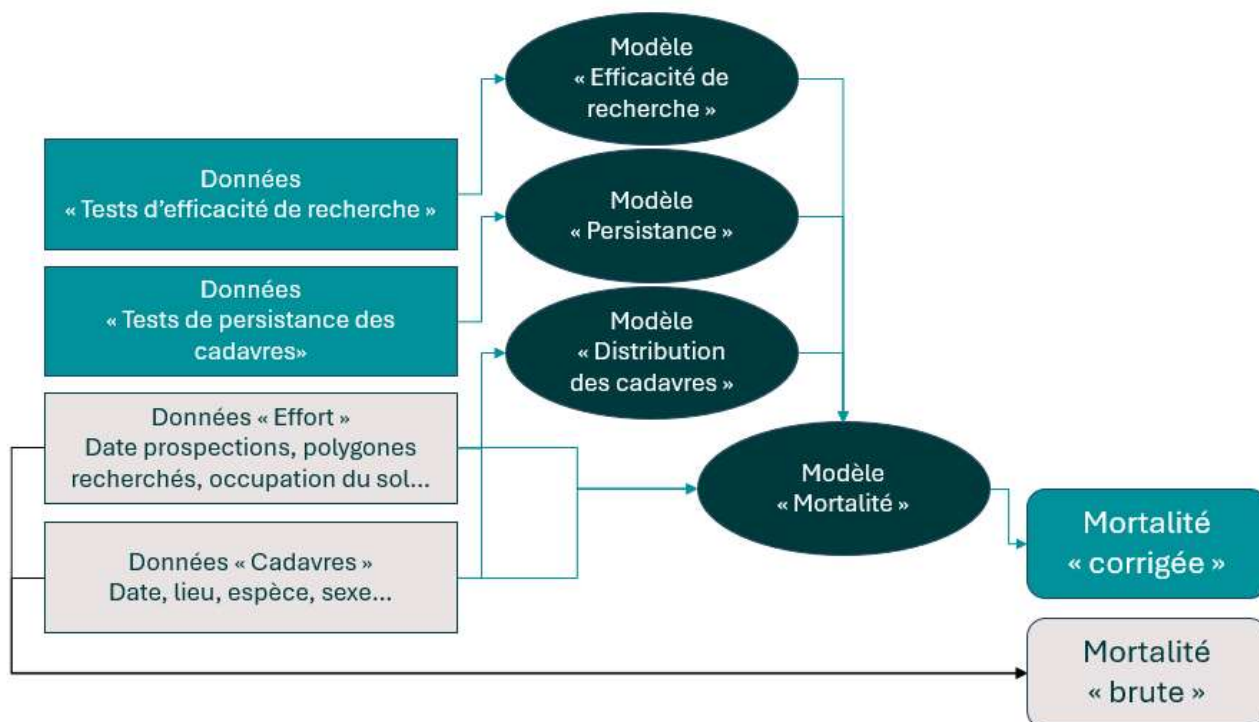


Figure 56 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalités brute et corrigée

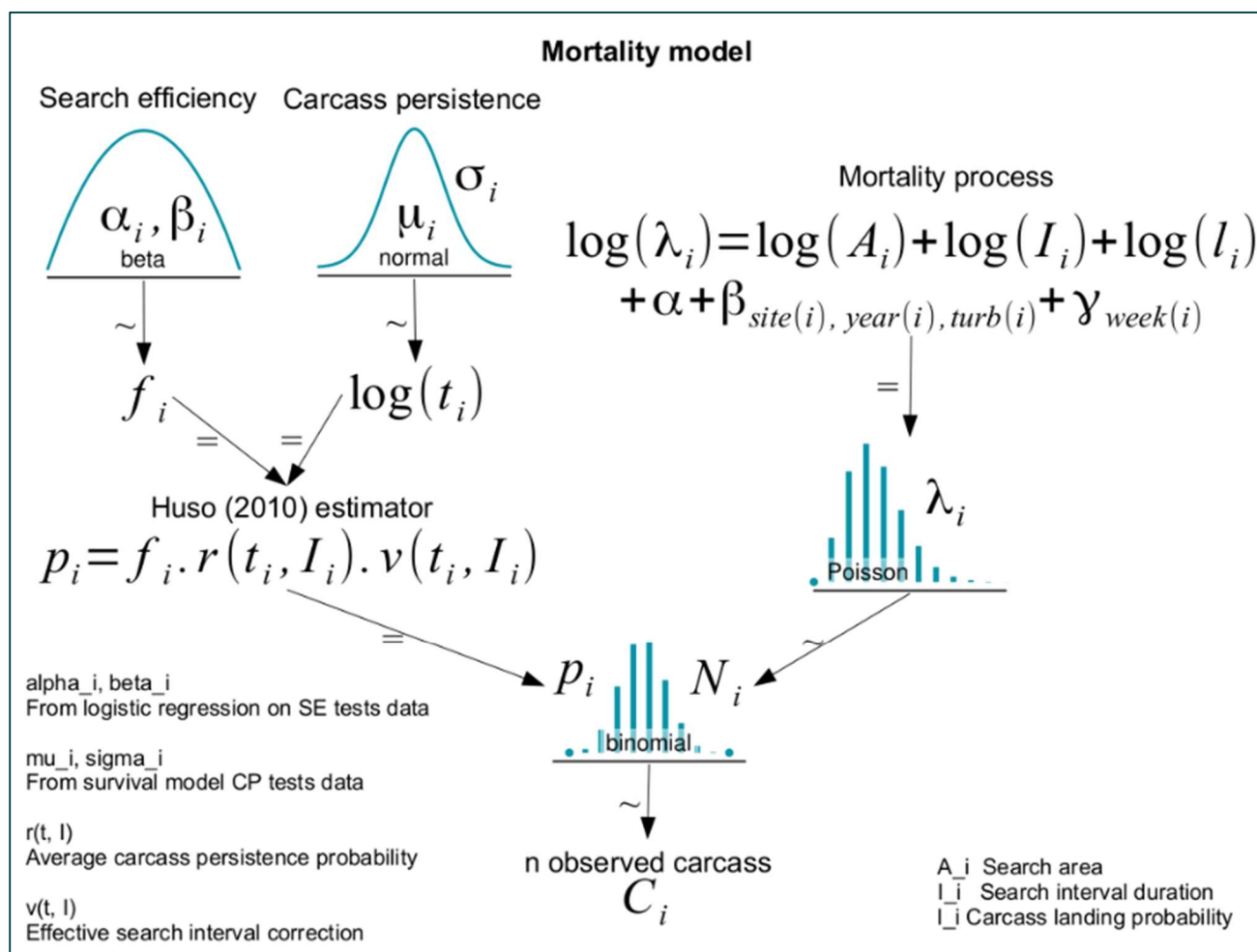


Figure 57 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée

Les biais d'interprétation concernant l'utilisation du référentiel mortalité corrigé

1. Modélisation différente des coefficients correcteurs par rapport à celles faites classiquement

- *Persistence* : ajout d'effets aléatoires sites, turbines, années ; cadre bayésien et non fréquentiste, loi de distribution exponentielle.
- *Efficacité de recherche* : ajout d'effets aléatoires diverses, d'effets nichés.
- *Coefficient correcteur de surface* : approche « DWP » avec une prise en compte de la densité de cadavre par anneaux concentrique le long de l'éolienne (pas suffisamment de données sur 1 parc pour le faire in-situ)
- *Probabilité globale de détection (\hat{g})* : modélisation dans un cadre bayésien
- *Estimation de la mortalité (M)* : priors de modélisation bayésienne plus informatifs ; approche de modalisation « partial-pooling »

2. Nombre de données utilisées pour réaliser les modélisations et la construction des modèles

- *Concernant le référentiel Biotope* : 23000 leurres pour les tests d'efficacité de recherche et de persistance, plus de 80 OCS différentes, large éventail de conditions environnementales, temporalité longue (plusieurs mois et années)
- *Concernant les données pour un suivi* : au maximum 300 leurres, une dizaine d'OCS différentes, conditions environnementales propre au site d'étude, temporalité courte (1 année entre S20 et S43).

6 Index des tableaux, cartes et figures

Index des tableaux

Tableau 1 : Historique des suivis ICPE réalisés sur le parc de Lion-en-Beauce depuis sa mise en service (fin 2021)	9
Tableau 2 : Paramétrage de l'enregistreur en hauteur	16
Tableau 3 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période	17
Tableau 4 : Identification des espèces de chiroptères	19
Tableau 5 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude pour l'ensemble de la période de suivi	21
Tableau 6 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude au printemps	22
Tableau 7 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude en été	23
Tableau 8 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude en automne	24
Tableau 9 : Prospections de terrain et informations météorologiques	27
Tableau 10 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 8 tests)	30
Tableau 11 : Équipe de travail	31
Tableau 12 : Statuts réglementaires et de conservation des rapaces identifiés lors du suivi avril-mai et juin-juillet 2024 au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce	32
Tableau 13 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc de Lion-en-Beauce en 2024	38
Tableau 14 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 80 m	39
Tableau 15 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur	40
Tableau 16 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période printanière	41
Tableau 17 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période estivale	41
Tableau 18 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période automnale	42
Tableau 19 : Proportions des contacts obtenus en altitude en fonction de la durée après le coucher du soleil	48
Tableau 20 : Croisement des informations sur l'évaluation de l'activité en altitude issues des deux années de suivi	48
Tableau 21 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (80 m) en fonction de la vitesse du vent	52
Tableau 22 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane en fonction de la température	55
Tableau 23 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023 ; Dürr, 2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 13/11/2024) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotopie 2023 pour des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut	63
Tableau 24 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Lion-en-Beauce	63
Tableau 25 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotopie 2023 pour des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut	65
Tableau 26 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Lion-en-Beauce	66

Tableau 27 : Bilan de l'occupation du sol pour les trois éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éolienne et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi (39 passages)	67
Tableau 28 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 39 passages	70
Tableau 29 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance pour chacune des trois éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité	71
Tableau 30 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées à dire d'expert sont indiquées en gras	72
Tableau 31 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation	73
Tableau 32 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Lion-en-Beauce sur la période du suivi	74
Tableau 33 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Lion-en-Beauce sur la période du suivi	75
Tableau 34 : Projection de la mortalité estimée par éolienne sur les quantiles de mortalité du référentiel mortalité Biotope	76
Tableau 35 : Evolution du coefficient correcteur surfacique entre 2022 et 2024 pour le parc de Lion-en-Beauce	77
Tableau 36 : Comparaison des estimations de la persistance moyennes par année sur le parc de Lion-en-Beauce	77
Tableau 37 : Résultats des estimations de la détections des cadavres pour chaque éolienne pour les 3 années de suivis	78
Tableau 38 : Bilan des probabilités globales de détection par année et par éolienne en utilisant l'estimateur de Huso (2010)	78
Tableau 39 : Mortalité brute et estimation de la mortalité la plus probable (et IC95%) des oiseaux au sein du parc de Lion-en-Beauce entre 2022 et 2024	79
Tableau 40 : Mortalité brute et estimation de la mortalité la plus probable (et IC95%) des chiroptères au sein du parc de Lion-en-Beauce entre 2021 et 2023	80
Tableau 41 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité	83
Tableau 42 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 80 m au niveau de l'éolienne E01 90	
Tableau 43 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce	92
Tableau 44 : Paramètre de bridage conventionnel pour le parc éolien de Lion-en-Beauce	93
Tableau 45 : Evaluation de l'efficacité du bridage proposé en 2023 pour 2024 sur les données de 2022/2023	93
Tableau 46 : Evaluation de l'efficacité du bridage proposé en 2023 pour 2024 sur les données récoltées lors du suivi de 2024	94
Tableau 47 : Bridage des éoliennes pour le parc de Lion-en-Beauce proposé en 2023 pour 2024	96

Index des figures

Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Lion-en-Beauce (de bas en haut, E01, E02 et E03)	7
Figure 2 : Localisation de l'implantation du microphone en nacelle. © Biotope	16
Figure 3 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce	18
Figure 4 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope	18
Figure 5 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude	20
Figure 6 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude	25
Figure 7 : Schéma temporel de la vitesse du vent à 80 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce, entre mai et novembre 2024	26

Figure 8 : Schéma temporel de la température à 80 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce, entre mai et novembre 2024	26
Figure 9 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	30
Figure 10 : Photographies de la nichée de Busard Saint-Martin à 425 m de l'éolienne E03 du parc éolien de Lion-en-Beauce en 2024 à gauche ; et de la mise en défens du nid à droite (© Perma-plumes – 2024)	37
Figure 11 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (80 m) au niveau de l'éolienne E01 de mai à novembre 2024	43
Figure 12 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (80 m) au niveau de l'éolienne E01 de mai à novembre 2024	43
Figure 13 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune et la Pipistrelle pygmée, en altitude sur l'éolienne E01 de Lion-en-Beauce en 2024	44
Figure 14 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour les Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, en altitude sur l'éolienne E01 de Lion-en-Beauce en 2024	44
Figure 15 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Sérotine commune et les noctules, en altitude sur l'éolienne E01 de Lion-en-Beauce en 2024	45
Figure 16 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (80 m), toutes espèces confondues, de mai à fin octobre 2024	45
Figure 17 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (80 m), toutes espèces confondues, en mai 2024	46
Figure 18 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (80 m), toutes espèces confondues, de juin à fin juillet 2024	46
Figure 19 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (80 m), toutes espèces confondues, d'août à fin octobre 2024	47
Figure 20 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (80 m)	47
Figure 21 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce en 2022	49
Figure 22 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce en 2023	50
Figure 23 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce en 2024	50
Figure 24 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (80 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce	51
Figure 25 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (80 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce	52
Figure 26 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (80 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce	53
Figure 27 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (80 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce	54
Figure 28 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (80 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Lion-en-Beauce	54
Figure 29 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (80 m)	55
Figure 30 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 80 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris	56
Figure 31 : Météorologie enregistrée sur les capteurs, à gauche - Conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris, à droite. L'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions	56
Figure 32 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Lion-en-Beauce	58
Figure 33 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Lion-en-Beauce	59
Figure 34 : Nombre de cadavres découverts par éolienne	60

Figure 35 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Lion-en-Beauce. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne	61
Figure 36 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation. Le cercle noir correspond au rayon de prospection maximale de la zone échantillonnée	61
Figure 37 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute du parc de Lion-en-Beauce à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2023)	66
Figure 38 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	68
Figure 39 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03 (de gauche à droite et de haut en bas) le 29 avril 2024 (premier passage en haut) et le 7 octobre 2024 (passage 34)	69
Figure 40 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. A gauche évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, à droite synthèse (boîte à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1 ^{er} quartile, médiane en gras, 3 ^{ème} quartile, maximum)	70
Figure 41 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation	71
Figure 42 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Lion-en-Beauce au cours du suivi de 2024 sur 175 jours	74
Figure 43 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Lion-en-Beauce au cours du suivi de 2024 sur 175 jours	75
Figure 44 : Projection de la mortalité estimée par turbine issue du parc de Lion-en-Beauce sur la répartition empirique des estimations de mortalité du référentiel mortalité estimée de Biotope.	76
Figure 45 : Evolution de la mortalité estimée de l'avifaune selon les trois estimateurs entre chaque éolienne et les trois années de suivis	79
Figure 46 : Evolution de la mortalité estimée des chiroptères selon les trois estimateurs entre chaque éolienne et les trois années de suivis	80
Figure 47 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Lion-en-Beauce	88
Figure 48 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E01 sur la période de réalisation du suivi mortalité	88
Figure 49 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E01 de Lion-en-Beauce sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024	89
Figure 50 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Lion-en-Beauce	89
Figure 51 : Eolienne E01 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2024	91
Figure 52 : Eolienne E01 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles commune et pygmée en 2024	91
Figure 53 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018	118
Figure 54 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).	118
Figure 55 : Répartition des données du référentiel selon les années	121
Figure 56 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalités brute et corrigée	122
Figure 57 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée	122

Index des cartes

Carte 1 : Méthodologie appliquée lors du suivi « rapaces » 2024 en période de nidification au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce	14
Carte 2 : Localisation de l'éolienne équipée d'un enregistreur SMBAT au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce	15

Carte 3 : Suivi des rapaces sur les mois d'avril et mai 2024 au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce	33
Carte 4 : Suivi des rapaces sur les mois de juin et juillet 2024 sur le parc éolien de Lion-en-Beauce	34
Carte 5 : Occupation du sol en 2024 dans les 300 m autour des éoliennes du parc éolien de Lion-en-Beauce	35



Biotope Siège Social
22, boulevard Maréchal Foch
B.P. 58
34140 MÈZE
Tél. : +33 (0)4 67 18 46 20
www.biotope.fr

