



## Parc éolien de Lion-en-Beauce, commune de Lion-en-Beauce (45)

SAS LHI SolarWind WP Lion  
2570  
mars 2024

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

<b>Citation recommandée</b>	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.	
Version/Indice	V3	
Date	mars 2024	
Nom de fichier	Lion-en-Beauce_SuiviMortalite_SuiviAlti_2023_Biotope_V3	
Référence dossier	2023131	
Maître d'ouvrage	SAS LHI SolarWind WP Lion 2570	
Interlocuteurs	Quentin RIAND	Contact : <a href="mailto:quentin.riand@abo-wind.fr">quentin.riand@abo-wind.fr</a> Tél : 06 75 68 59 10
Biotope, Rédaction de l'étude	Franck LETERME	Contact : <a href="mailto:fleterme@biotope.fr">fleterme@biotope.fr</a> Tél : 06 35 46 29 06
Biotope, Contrôleur qualité	Nicolas CARENTON	Contact : <a href="mailto:ncarenton@biotope.fr">ncarenton@biotope.fr</a> Tél : 04 67 18 67 77

## 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 2023 et pour la réalisation d'une étude des chiroptères en nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018).

A noter que BIOTOPE avait déjà réalisé un suivi durant l'année 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.

Dans le but d'évaluer la mesure de bridage, le suivi 2023 s'est déroulé entre le 1<sup>er</sup> 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.

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

---

Le présent document présente les résultats des suivis réalisés en 2023 par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ces suivis sont multiples : 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 couplé 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, suivi mortalité 2022) et des échanges réalisés, 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

<b>1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques</b>	<b>11</b>
<b>1 Contexte – présentation du parc et données historiques</b>	<b>12</b>
1.1 Présentation du parc	12
1.2 Rappel des enjeux de l'étude d'impact	13
1.3 Rappel des suivis ICPE antérieurs	15
<b>2 Méthodologie appliquée</b>	<b>16</b>
2.1 Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	16
2.2 Méthodologie de suivi de la mortalité mis en œuvre	17
2.3 Méthodologie de suivi l'activité acoustique en altitude des chiroptères mis en œuvre	24
2.4 Équipe de travail	34
<b>2 Synthèse et analyse des résultats</b>	<b>35</b>
<b>1 Résultats du suivi de mortalité</b>	<b>36</b>
1.1 Résultats bruts	36
1.2 Analyse des résultats	48
1.3 Synthèse du suivi de mortalité	58
<b>2 Résultats du suivi de l'activité des chiroptères en altitude</b>	<b>61</b>
2.1 Espèces contactées	61
2.2 Abondance relative	62
2.3 Analyse détaillée de l'activité mensuelle des chiroptères en altitude	64
2.4 Analyse de l'activité des chiroptères en altitude en fonction de l'heure	69
2.5 Analyse de l'activité des chiroptères en altitude en fonction des paramètres météorologiques	72
2.6 Synthèse de l'écoute de l'activité des chiroptères en nacelle 2023	76
<b>3 Facteurs d'impact</b>	<b>78</b>
3.1 Analyse croisée avec l'étude d'impact	78
3.2 Analyse croisée entre les suivis mortalités de 2022 et 2023	84
3.3 Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères	86
3.4 Comparaison interannuelle des effets du parc sur la faune volante et évaluation de la mesure de bridage	92
<b>4 Mesures correctives</b>	<b>99</b>
4.1 Renforcement du bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique	99
4.2 Suivi « busards »	102
4.3 Poursuivre les suivis en 2024	103
4.4 Poursuivre l'entretien rigoureux des plateformes	103

3 Conclusion	104
4 Bibliographie	107
Annexes	112

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Historique des suivis ICPE réalisés sur le parc de Lion-en-Beauce depuis sa mise en service (fin 2021).	15
Tableau 2 : Prospections de terrain et informations météorologiques.	20
Tableau 3 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 3 tests).	23
Tableau 4 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période en 2023.	26
Tableau 5 : Équipe de travail.	34
Tableau 6 : Tableau de synthèse associant les données « empiriques » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 21/09/2023) 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.	42
Tableau 7 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Lion-en-Beauce.	43
Tableau 8 : Tableau de synthèse associant les données « empiriques » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 21/09/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2022 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.	45
Tableau 9 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Lion-en-Beauce.	46
Tableau 10 : Bilan de l'occupation du sol pour les quatre 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 (44 passages). Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).	48
Tableau 11 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 44 passages.	52
Tableau 12 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95 % pour les 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.	53
Tableau 13 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation.	55
Tableau 14 : 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 (en gras : éolienne la plus impactante).	56
Tableau 15 : 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 (en gras : éolienne la plus impactante).	57
Tableau 16 : Statuts de protection et de patrimonialité des espèces de chiroptères recensées en altitude sur le site en 2023.	61
Tableau 17 : Répartition du nombre de contacts (5 secondes et minutes positives) obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces et activité de ces taxons estimée en altitude sur le site en 2023.	62
Tableau 18 : Durées après le coucher du soleil durant lesquelles ont été collectées différents pourcentages des activités enregistrées, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	72
Tableau 19 : Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des vitesses de vent en altitude.	73
Tableau 20 : Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des températures en altitude.	75
Tableau 21 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité 2023.	78
Tableau 22 : Croisement des informations sur les espèces impactées issues des 2 années de suivis mortalités (2022 à 2023).	85
Tableau 23 : Croisement des informations sur l'estimation de la mortalité issues des deux années de suivi mortalité (2022 à 2023).	85
Tableau 24 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces.	91
Tableau 25 : 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 2022.	95
Tableau 26 : 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 2023.	95
Tableau 27 : 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 2022.	96
Tableau 28 : 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 2023.	96
Tableau 29 : Evaluation du bridage recommandé par l'arrêté d'autorisation du parc de Lion-en-Beauce (2019).	99

Tableau 30 : Evaluation du renforcement du bridage du parc de Lion-en-Beauce (2023).	100
Tableau 31 : Proposition de modification du bridage du parc de Lion-en-Beauce (2024).	100
Tableau 32 : Résultats du suivi mortalité en 2023.	113
Tableau 33 : Rappel des résultats du suivi mortalité en 2022.	114

## Liste des illustrations

Figure 1 : Eoliennes 1 à 3 le 4 avril 2023 (de gauche à droite).	12
Figure 2 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Lion-en-Beauce (de bas en haut, E01, E02 et E03).	13
Figure 3 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope.	23
Figure 4 : Illustration de la localisation de l'installation du dispositif en nacelle (80 m). © Biotope.	25
Figure 5 : Dispositif installé en nacelle : boitier et passage du micro à travers la coque sous la nacelle © Biotope.	25
Figure 6 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope.	26
Figure 7 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel Altichiro-Altitude © Biotope.	28
Figure 8. Schéma temporelle de la vitesse du vent à 80 m sur l'ensemble de suivi du parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023.	31
Figure 9. Schéma temporelle de la température à 80 m sur l'ensemble de suivi du parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023.	32
Figure 10 : Courbe d'accumulation des espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude 2023.	32
Figure 11 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Lion-en-Beauce.	36
Figure 12 : Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Roitelet à triple bandeau, Faisan de Colchide, Alouette des champs, Perdrix grise, Bruant proyer, Pigeon biset domestique, Faucon crécerelle, Bergeronnette grise, Pipistrelle de Kuhl, Noctule de Leisler et Pipistrelle commune © Biotope.	37
Figure 13 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Lion-en-Beauce.	38
Figure 14 : Nombre de cadavres découverts par éolienne.	38
Figure 15 : 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.	39

Figure 16 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation.	40
Figure 17 : Répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope entre 2019 et 2022.	47
Figure 18 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi.	49
Figure 19 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03 (de gauche à droite et de haut en bas) le 4 avril 2023 (premier passage en haut), le 12 juillet 2023 (passage 22) et le 23 octobre 2023 (passage 44).	50
Figure 20 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. En haut : évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, en bas : synthèse (boîte à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1 <sup>er</sup> quartile, médiane en gras, 3 <sup>ème</sup> quartile, maximum).	51
Figure 21 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de préddation entre 2022 et 2023.	53
Figure 22 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95 %) calculés (observés) et prédits (estimations, interpolations et extrapolation) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi.	54
Figure 23 : 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 2023 sur 202 jours.	57
Figure 24 : 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 2019 sur 202 jours.	58
Figure 25 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	64
Figure 26 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	64
Figure 27 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	65
Figure 28 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, par espèce, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	66
Figure 29 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les espèces du groupe Sérotine commune / Noctules au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	67
Figure 30 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour le groupe des Pipistrelles au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	68
Figure 31 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	69

Figure 32 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	70
Figure 33 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	71
Figure 34 : Répartition des contacts du groupe des Noctules par nuit et par tranche horaire, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	71
Figure 35 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	73
Figure 36 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la vitesse du vent (m/s) au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	73
Figure 37 : Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C) au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	74
Figure 38 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la température (°C) au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	75
Figure 39 : Météo enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météo utilisées par les chauves-souris à droite (l'enveloppe délimite 90 % la proportion de point demandée).	77
Figure 40 : Bilan sur les conditions météo sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : température et vitesse du vent).	77
Figure 41 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Lion-en-Beauce en 2023.	87
Figure 42 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	87
Figure 43 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023.	88
Figure 44 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	89
Figure 45 : Actogramme de la Noctule de Leisler (et groupe Sérotine commune / Noctules) au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	90
Figure 46 : Actogramme de la Pipistrelle commune au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	90
Figure 47 : Actogramme de la Pipistrelle de Kuhl (et groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius) au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.	91
Figure 48 : Résumé des dysfonctionnements rencontrés lors du suivi ICPE 2023 en fonction de l'activité journalière moyenne par heure des chauves-souris, toutes espèces confondues, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023 et des découvertes de cadavres de chauves-souris.	93

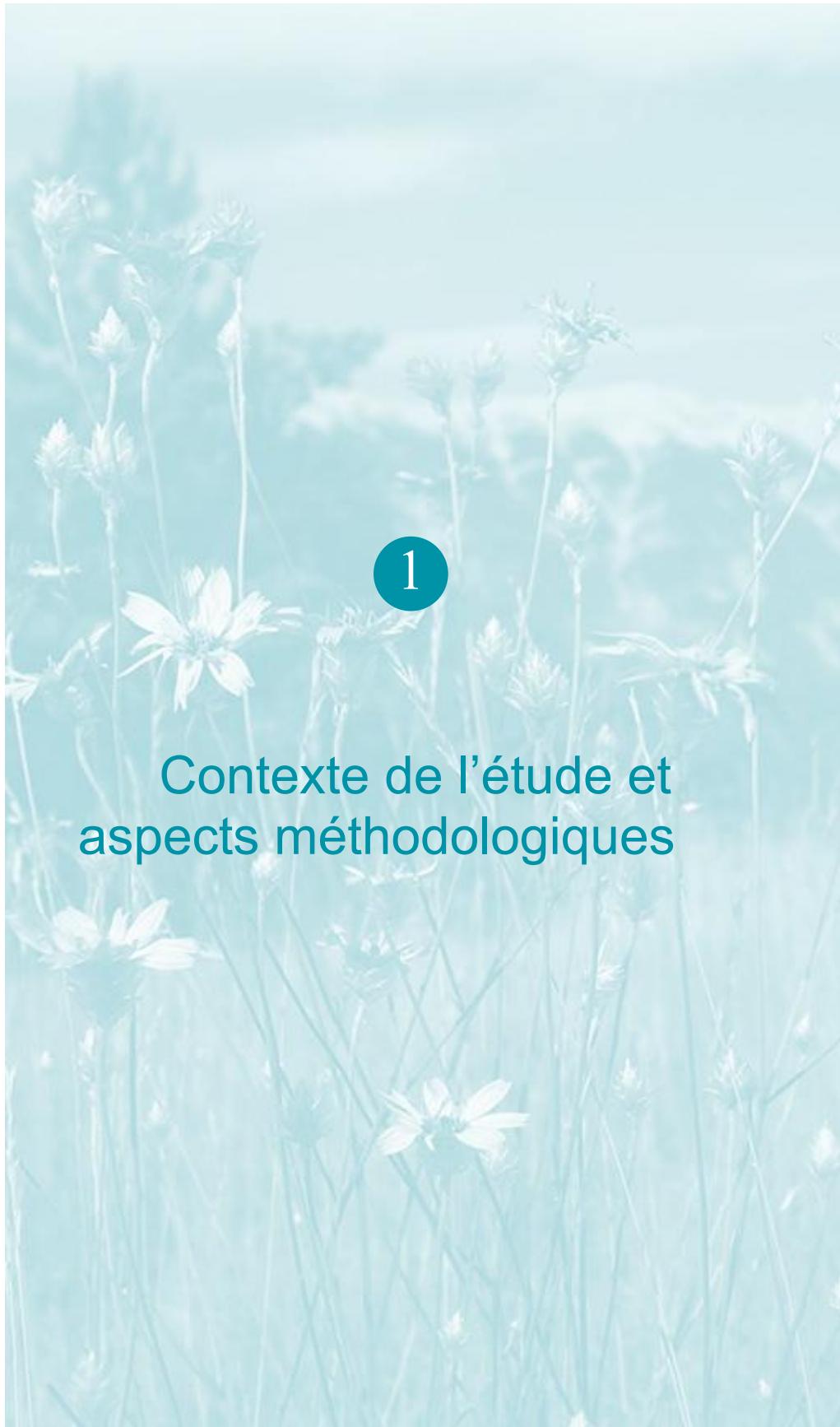
Figure 49 : Evolution de la mortalité observée au cours des 2 années de suivi (2022 et 2023) (suivis effectués sur l'ensemble de la période préconisée par le protocole).	94
Figure 50 : Evolution de la mortalité la plus probable (suivant la méthode d'Huso) sur le parc de Lion-en-Beauce pour 2022 et 2023 pour les chiroptères.	95
Figure 51 : Evolution de la mortalité la plus probable (suivant la méthode d'Huso) sur le parc de Lion-en-Beauce de 2022 à 2023 pour les oiseaux.	97
Figure 52 : Mise en évidence de la variation interannuelle de l'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce entre 2022 et 2023 sur la même période d'enregistrement 20 mai - 31 octobre.	98
Figure 53 : Photos de la nichée de Busard Saint-Martin à moins de 300 m du parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023.	102
Figure 54 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018.	121
Figure 55 : Schéma de la surface-échantillon à prospector (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).	121

## Annexes

Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres	113
Annexe 2 : Arrêté préfectoral portant dérogation à l'interdiction de capture définitive, transport et détention de spécimens d'espèces animales protégées (chauves-souris)	116
Annexe 3 : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité	120
Annexe 4 : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale	121
Annexe 5 : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques	122

# 1

## Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 1 Contexte – présentation du parc et données historiques

#### 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 céralières, oléagineuses (colza) et protéagineuses (pois, féverolle, lupin), avec également de la betterave sucrière, et de la pomme de terre.



Figure 1 : Eoliennes 1 à 3 le 4 avril 2023 (de gauche à droite).

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

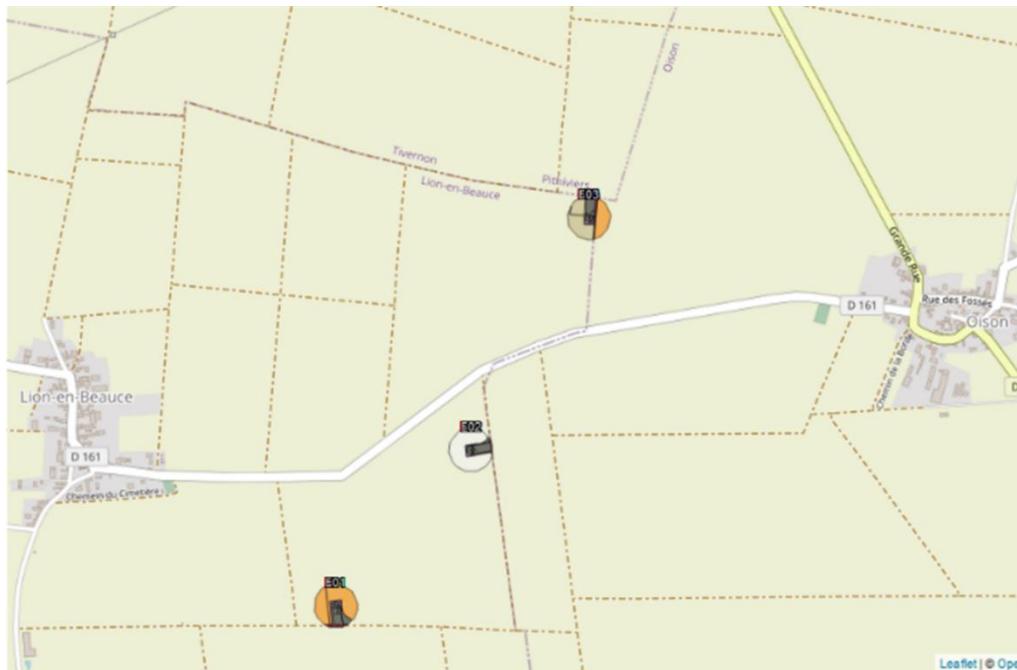


Figure 2 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Lion-en-Beauce (de bas en haut, E01, E02 et E03).

### 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 2023.

#### 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 prénuptiale, nidification et migration postnuptiale. 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.

#### 1.2.2 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 postnuptiale ou pour l'alimentation.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

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.

### 1.2.3 Intérêt 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 Natusius. 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 Natusius, 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.



### 1.3 Rappel des suivis ICPE antérieurs

Précédemment, 1 suivi mortalité, 1 suivi 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. 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 préddation et 2 tests d'efficacité	<b>Mise en place du bridage le 15 juillet 2022</b> (bridage prévu du 15 juillet au 31 octobre)	- 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 pour l'ensemble du parc sur la période de suivi  Estimations de mortalité (selon HUSO) : 42 oiseaux et 45 chauves-souris pour l'ensemble du parc sur la période de suivi	- Mortalité significative pour les oiseaux - Mortalité significative pour les chauves-souris	<b>Modifications des paramètres de bridage du parc devant être effectives en 2023 :</b> - Du 1 <sup>er</sup> 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 E1 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			

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

# 2 Méthodologie appliquée

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

### 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 3.

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.

### 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 4, Figure 52). 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 :  $8 + (n - 8)/2$ , où  $n$  est le nombre d'éolienne.

La collecte de données implique de proscrire 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 pâles avec un minimum de 50 m (Annexe 4, Figure 53). 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.

### 2.1.3 Obligations réglementaires spécifiées dans l'arrêté préfectoral

Au regard des résultats du suivi mortalité réalisé en 2022, une modification de bridage a été réalisée. Il convient donc qu'en 2023 pour évaluer l'efficacité de ce nouveau bridage, la période de réalisation du suivi couvre *a minima* l'ensemble de la période de bridage, sachant que celui-ci débute pour l'ensemble des éoliennes du parc à partir du 1<sup>er</sup> mai (semaine 18).

---

Dans le cadre du suivi mortalité réalisé en 2023, les prospections ont été réalisées sur 44 passages entre les semaines S14 (début avril) et S43 ; les 3 éoliennes du parc ont été suivies.

---

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.2 Méthodologie de suivi de la mortalité mis en œuvre

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.

#### 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.

##### **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 prédatation/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 inexploitables 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, 20101 / Körner-Nievergelt et al. 2011.**

##### **Détermination des coefficients correcteurs**

Pour déterminer les deux coefficients correcteurs que sont le **coefficent de persistance (s)** et le **coefficent 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 (prédatation, charronnage, 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.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

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 disponibles en **annexe 5**.

### 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 prédition 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 la pondération des AIC\*. Le modèle sélectionné permet d'estimer les paramètres recherchés avec leurs incertitudes (intervalles de confiance à 95\*\*) et prédites en fonction des facteurs retenus. Ces facteurs, comme la période du test ou l'éolienne, sont retenus dès lors que ce facteur permet de mieux correspondre à la réalité observée des tests, comme une différence significative entre les tests et/ou entre éoliennes.

- Évaluation du coefficient moyen d'efficacité de recherche

Comme pour le coefficient de prédition, 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 de leurre (taille, couleur par exemple), la période du test, le type d'occupation du sol et la hauteur de végétation. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par la pondération des 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.

● \* *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.*

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Ce théorème a également pour avantage de pouvoir donner un intervalle de confiance à 95% même lorsqu'aucun cadavre n'a pu être détecté. L'intervalle de confiance, dans ce cas, correspond au nombre de cadavres pour lesquels 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 maximum 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 5**.

Méthode de recherche des cadavres

### **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 pâles 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 mat 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, 12 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.**

### **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.

### **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

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

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.

### 2.2.2 Prospections de terrain

Les dates de passages et les conditions météorologiques sont détaillées dans le Tableau 2.

Ainsi, pour le suivi mortalité, 44 passages ont été réalisés, à raison d'un 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.

Tableau 2 : Prospections de terrain et informations météorologiques.



Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
<b>Suivi de mortalité (44 passages)</b>		
1	04/04/2023	Nébulosité : 0%. Température : 7,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 22,6 km/h. Direction du vent : NE
2	11/04/2023	Nébulosité : 95%. Température : 11,3 °C. Pluie : 0,02 mm/h. Vitesse du vent : 18,3 km/h. Direction du vent : SO
3	18/04/2023	Nébulosité : 98%. Température : 11,7 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 21,7 km/h. Direction du vent : NE
4	25/04/2023	Nébulosité : 95%. Température : 9,7 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 9,7 km/h. Direction du vent : NO
5	02/05/2023	Nébulosité : 92%. Température : 14,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 11,1 km/h. Direction du vent : N
6	09/05/2023	Nébulosité : 100%. Température : 14,6 °C. Pluie : 0,67 mm/h. Vitesse du vent : 14,4 km/h. Direction du vent : S
7	15/05/2023	Nébulosité : 98%. Température : 13,1 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 14,6 km/h. Direction du vent : NO
8	22/05/2023	Nébulosité : 96%. Température : 18,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 15,3 km/h. Direction du vent : N
9	29/05/2023	Nébulosité : 0%. Température : 20,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 22,9 km/h. Direction du vent : NE
10	31/05/2023	Nébulosité : 0%. Température : 20,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 24,4 km/h. Direction du vent : NE
11	05/06/2023	Nébulosité : 0%. Température : 21,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 18,8 km/h. Direction du vent : N
12	07/06/2023	Nébulosité : 75%. Température : 22,7 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 13,5 km/h. Direction du vent : NE

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
13	12/06/2023	Nébulosité : 83%. Température : 22,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 7,9 km/h. Direction du vent : N
14	14/06/2023	Nébulosité : 0%. Température : 24 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14 km/h. Direction du vent : N
15	19/06/2023	Nébulosité : 91%. Température : 20,5 °C. Pluie : 0,38 mm/h. Vitesse du vent : 3,7 km/h. Direction du vent : SE
16	21/06/2023	Nébulosité : 91%. Température : 23,5 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 0,9 km/h. Direction du vent : S
17	26/06/2023	Nébulosité : 100%. Température : 20,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 12,6 km/h. Direction du vent : NO
18	28/06/2023	Nébulosité : 0%. Température : 22,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 2,5 km/h. Direction du vent : N
19	03/07/2023	Nébulosité : 100%. Température : 20,1 °C. Pluie : 0,12 mm/h. Vitesse du vent : 20,3 km/h. Direction du vent : SO
20	05/07/2023	Nébulosité : 89%. Température : 18 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 20,6 km/h. Direction du vent : SO
21	10/07/2023	Nébulosité : 0%. Température : 23,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 9,6 km/h. Direction du vent : O
22	12/07/2023	Nébulosité : 83%. Température : 21,5 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14 km/h. Direction du vent : O
23	17/07/2023	Nébulosité : 85%. Température : 21 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 11 km/h. Direction du vent : O
24	19/07/2023	Nébulosité : 86%. Température : 21,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 20,4 km/h. Direction du vent : O
25	24/07/2023	Nébulosité : 96%. Température : 20,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 19,9 km/h. Direction du vent : SO
26	26/07/2023	Nébulosité : 95%. Température : 19,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 0 km/h.
27	31/07/2023	Nébulosité : 98%. Température : 20,7 °C. Pluie : 0,08 mm/h. Vitesse du vent : 31,8 km/h. Direction du vent : SO
28	02/08/2023	Nébulosité : 95%. Température : 20,6 °C. Pluie : 0,62 mm/h. Vitesse du vent : 46 km/h. Direction du vent : SO
29	07/08/2023	Nébulosité : 92%. Température : 18 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 8,5 km/h. Direction du vent : O
30	09/08/2023	Nébulosité : 97%. Température : 20,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 7,7 km/h. Direction du vent : NO
31	14/08/2023	Nébulosité : 98%. Température : 22,5 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 13,7 km/h. Direction du vent : SE
32	16/08/2023	Nébulosité : 86%. Température : 23 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 11,9 km/h. Direction du vent : NE
33	21/08/2023	Nébulosité : 0%. Température : 24,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 10,3 km/h. Direction du vent : N

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
34	23/08/2023	Nébulosité : 98%. Température : 26,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 9,7 km/h. Direction du vent : NE
35	28/08/2023	Nébulosité : 97%. Température : 17,5 °C. Pluie : 0,09 mm/h. Vitesse du vent : 11,7 km/h. Direction du vent : SO
36	30/08/2023	Nébulosité : 99%. Température : 16,6 °C. Pluie : 0,17 mm/h. Vitesse du vent : 13 km/h. Direction du vent : O
37	04/09/2023	Nébulosité : 0%. Température : 27,2 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 18,6 km/h. Direction du vent : E
38	11/09/2023	Nébulosité : 98%. Température : 25,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 7,3 km/h. Direction du vent : N
39	18/09/2023	Nébulosité : 93%. Température : 20,5 °C. Pluie : 0,03 mm/h. Vitesse du vent : 20,4 km/h. Direction du vent : SO
40	25/09/2023	Nébulosité : 88%. Température : 19,4 °C. Pluie : 0,02 mm/h. Vitesse du vent : 3,1 km/h. Direction du vent : SO
41	02/10/2023	Nébulosité : 0%. Température : 23,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 7,2 km/h. Direction du vent : SE
42	09/10/2023	Nébulosité : 94%. Température : 23,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 0,3 km/h. Direction du vent : N
43	16/10/2023	Nébulosité : 97%. Température : 10,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 25,8 km/h. Direction du vent : NE
44	23/10/2023	Nébulosité : 100%. Température : 10,7 °C. Pluie : 0,65 mm/h. Vitesse du vent : 10 km/h. Direction du vent : E
Tests de prédation (2 tests)		
Test 1	05/06/2023	Dépôt de 15 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	21/08/2023	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	12/06/2023	Dépôt de 75 leurres
Test 2	21/08/2023	Dépôt de 120 leurres
Test 3	30/08/2023	Dépôt de 120 leurres

### ➤ Comparatif entre 2022 et 2023

Concernant les 2 suivis de mortalités, ils ont été menés respectivement sur une période de 161 jours en 2022, conformément au protocole national, et 202 jours en 2023, soit une période plus large que le protocole national pour prendre notamment en compte l'ensemble de la période de bridage.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.2.3 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 réalisé 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 ». 15 cadavres de jeunes rats (fraîchement décongelés, catégories « Petit rats 25 – 50g ») ont été disposés de manière aléatoire (localisations générées une seulement 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.

### 2.2.4 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 75 à 120 leurres disposés par test, cf. Tableau suivant). 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 leurre 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 3 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope.

Tableau 3 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 3 tests).

	E01	E02	E03	Parc ensemble
<b>Occupations du sol</b>				
Champ sol nu	0	0	3	<b>3</b>
Chemin d'accès	26	14	50	<b>90</b>
Déchaume	8	12	37	<b>57</b>
Friche	27	64	14	<b>105</b>
Maïs	15	0	0	<b>15</b>
Plateforme	12	16	17	<b>45</b>

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

	E01	E02	E03	Parc ensemble
<b>Hauteurs de végétation (en cm)</b>				
0	38	30	25	<b>93</b>
5	8	12	7	<b>27</b>
10	27	4	14	<b>45</b>
15	15	30	30	<b>75</b>
20	0	30	15	<b>45</b>
25	0	0	30	<b>30</b>
<b>Dates de tests</b>				
12/06/2023	33	13	29	<b>75</b>
21/08/2023	28	42	50	<b>120</b>
30/08/2023	27	51	42	<b>120</b>
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>106</b>	<b>121</b>	<b>315</b>

### 2.2.5 Limites propres à la mise en œuvre du suivi mortalité

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 participées 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 trois tests réalisés, ce sont 6 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 6 hautes différentes de végétation.

On notera enfin que lors du suivi 2023, la casse du multiplicateur sur l'éolienne E02 a entraîné son arrêt pour plusieurs semaines (du 28 mai au 26 juillet 2023) pouvant ainsi biaiser les résultats au niveau de cette éolienne.

## 2.3 Méthodologie de suivi l'activité acoustique en altitude des chiroptères mis en œuvre

### 2.3.1 Présentation du dispositif

Dans le cadre de cette étude, un dispositif d'écoute des chauves-souris en altitude a été mis en place sur l'éolienne n°1 avec 1 micro à 80 m d'altitude.

Le système développé est basé sur un enregistreur d'ultrasons SM4BAT (*Wildlife Acoustics* - enregistreur large bande 2 x 96 KHz effectifs) enregistrant automatiquement l'activité des chauves-souris. Le microphone est pourvu de protections développées spécifiquement pour ce type d'enregistrement. Il est en effet inséré dans des tubes orientés vers le bas. Pour garantir l'omnidirectionnalité du dispositif, un réflecteur acoustique est placé à 45° sous chaque microphone. L'ensemble est alimenté par batterie et équipé d'une protection contre les signaux parasites (ondes radio, TV...).

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

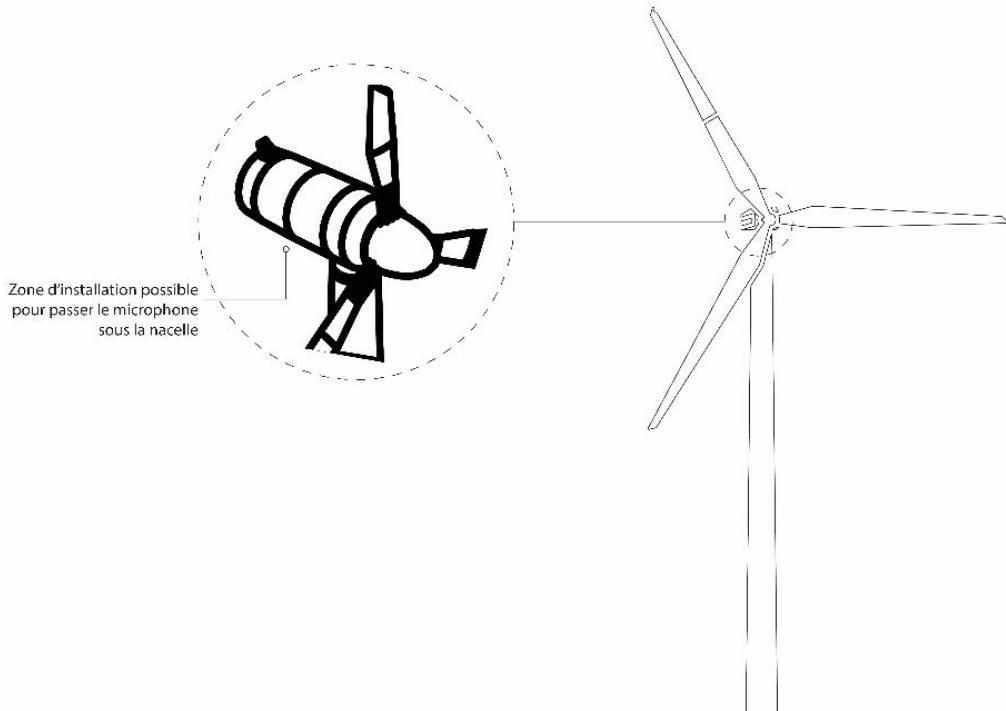


Figure 4 : Illustration de la localisation de l'installation du dispositif en nacelle (80 m). © Biotope.



Figure 5 : Dispositif installé en nacelle : boitier et passage du micro à travers la coque sous la nacelle  
© Biotope.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.3.2 Collecte des données

Les enregistrements en altitude se sont étalés sur 7 mois d'activité des chauves-souris, du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre 2023 soit 214 nuits consécutives. Cependant, une panne du micro est à déplorer à partir du 12/08, portant le suivi à 133 nuits exploitables (du 1<sup>er</sup> avril au 12 août uniquement).

La panne du micro, apparue bien après la visite de maintenance (17/07/2023) n'était pas décelable à distance via le *logger*. La cause de la panne n'a pas pu être investiguée à cause de l'impossibilité d'accès lors du démontage (chaîne du palan bloquant la trappe).

Tableau 4 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période en 2023.

Mois	Nombre de nuits exploitables sur les microphones
Avril 2023	30
Mai 2023	31
Juin 2023	30
Juillet 2023	31
Août 2023	11
Septembre 2023	-
Octobre 2023	-
<b>TOTAL</b>	<b>133</b>

### 2.3.3 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.

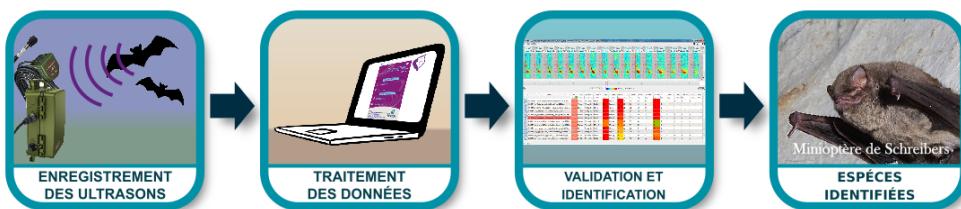


Figure 6 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope.

#### Détermination automatique du signal

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 des enregistreurs (SM4BAT) 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.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

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'espèces 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.

### ***Validation et identification des espèces par un chiroptérologue***

Les identifications proposées par Sonochiro® 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 attribués à l'espèce ou au groupe d'espèces selon la méthode d'identification acoustique de M. 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.

### **2.3.4 Évaluation du niveau d'activité chiroptérologique en altitude**

#### ***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.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

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 (cf. HAQUART, 2013 & 2015).

### ***Unité de mesure de l'activité***

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 d'un nouveau référentiel dynamique pour les suivis en altitudes (ActiChiro-Altitude). Le nouveau référentiel ActiChiro-Altitude se base sur un recueil de données issu de 111 sites et plus de 35 000 points-nuits, répartis sur l'ensemble de la France et sur les 10 dernières années parmi les données récoltées par Biotope.

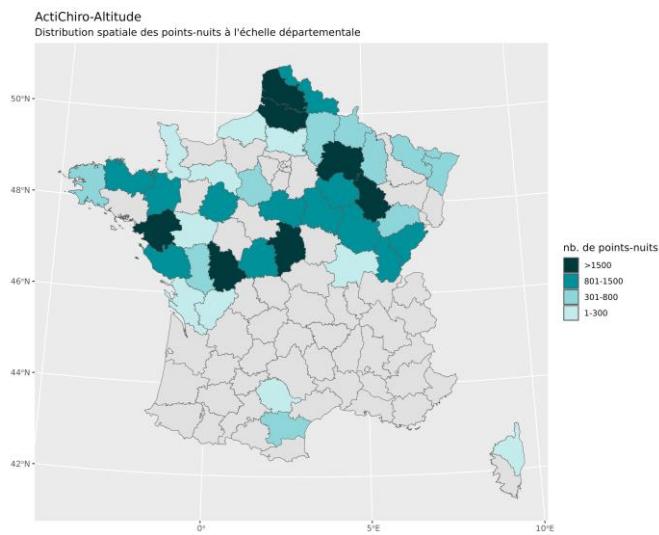


Figure 7 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel Altichiro-Altitude © Biotope.

## 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 aux sites d'étude et aux types d'analyse

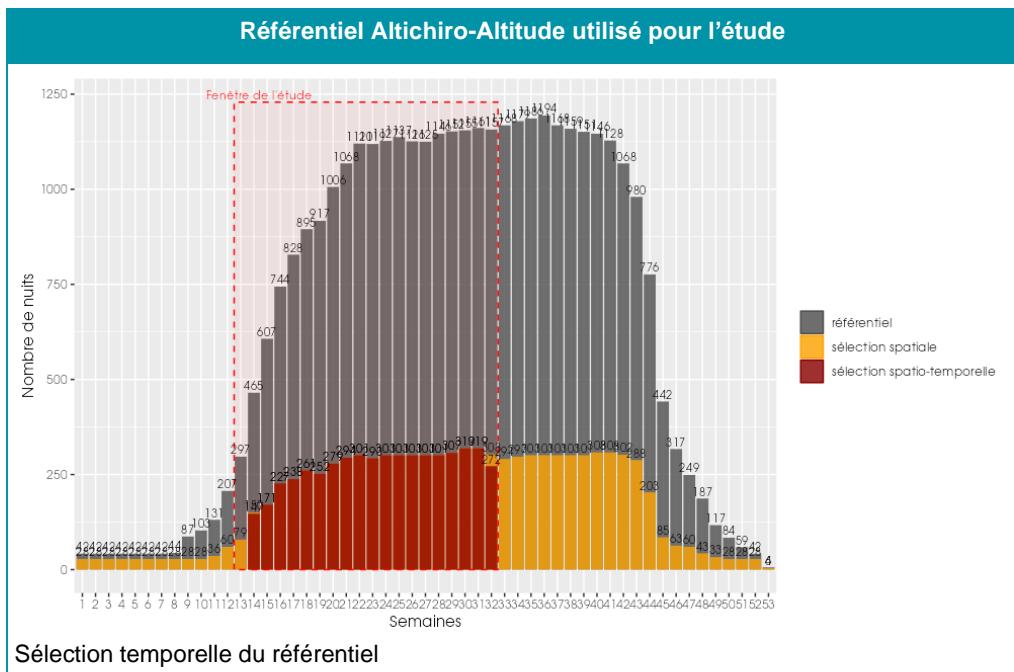
## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

réalisée, 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.

Dans le cadre de cette étude, le référentiel Altichiro-Altitude prend en compte les variables spatio-temporelles suivantes :

Référentiel Altichiro-Altitude utilisé pour l'étude	
<b>Pour le suivi du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre 2023</b>	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 200 km autour du mât de mesures installé sur l'aire d'étude immédiate
Sélection temporelle du référentiel	Ensemble de la période de suivi (1 <sup>er</sup> avril au 12 août)
Carte du référentiel	
<p>étoile rouge : étude point noir : référentiel cercle jaune : sélection spatiale cercle foncé : sélection spatio-temporelle</p>	
Zoom sur la zone d'étude	
<p>étoile rouge : étude point noir : référentiel cercle jaune : sélection spatiale cercle foncé : sélection spatio-temporelle</p>	

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



### ***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 supérieur 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), ceux où l'espèce est détectée (au moins un contact) et où elle ne l'est pas.
  - Une fois en considérant uniquement les points-nuits où l'espèce est détectée (n points-nuits avec  $n \leq N$ ).

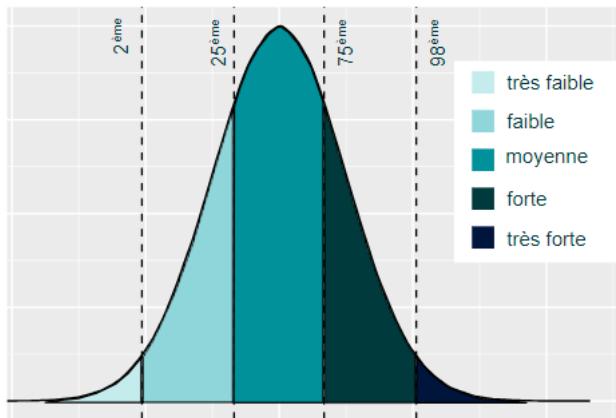
À partir du référentiel sélectionné pour l'étude, Actichiro® va construire les données de comparaison du référentiel. Il va construire deux distributions de moyenne. Dans un premier temps, pour chaque espèce, Actichiro® va piocher 1000 fois  $N$  points-nuits (au hasard et avec remise) et va calculer l'activité moyenne en minute positive pour chacun de ces échantillons (1<sup>ère</sup> utilisation de la méthode de *bootstraps*). Ce qui 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 (2<sup>ème</sup> utilisation de la méthode de *bootstraps*). Ce qui 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<sup>ème</sup> percentile de la distribution de l'activité.
  - Activité faible : lorsque la moyenne est comprise entre le 2<sup>ème</sup> percentile (exclu) et le 25<sup>ème</sup> percentile (inclus) de la distribution de l'activité.
  - Activité moyenne : lorsque la moyenne est comprise entre le 25<sup>ème</sup> percentile (exclu) et le 75<sup>ème</sup> percentile (inclus) de la distribution de l'activité.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- Activité forte : lorsque la moyenne est comprise entre le 75<sup>ème</sup> percentile (exclu) et le 98<sup>ème</sup> percentile (inclus) de la distribution de l'activité.
- Activité très forte : lorsque la moyenne est supérieure ou égale au 98<sup>ème</sup> percentile de la distribution.



Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude.

### 2.3.5 Acquisition des données météorologiques

Les données météorologiques ont été transmises par ABO Wind. Elles ont été acquises à l'aide des sondes météorologiques installées sur la nacelle de l'éolienne n°1 à 80 m de haut (mesure de la vitesse du vent et de la température). Les données sont enregistrées toutes les 10 minutes.

La période analysée correspond à la période durant laquelle un suivi de l'activité des chiroptères a été réalisée en altitude soit, dans le cas présent, du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre 2023 (214 nuits).

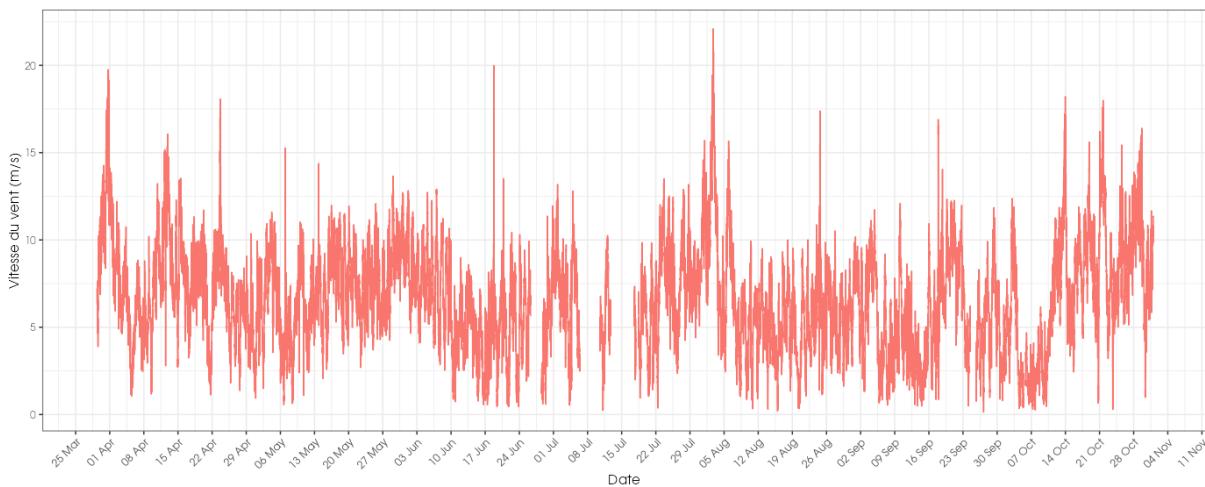


Figure 8. Schéma temporelle de la vitesse du vent à 80 m sur l'ensemble de suivi du parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Parc éolien de Lion-en-Beauce,  
commune de Lion-en-Beauce  
(45)  
SAS LHI SolarWind WP Lion  
2570  
mars 2024

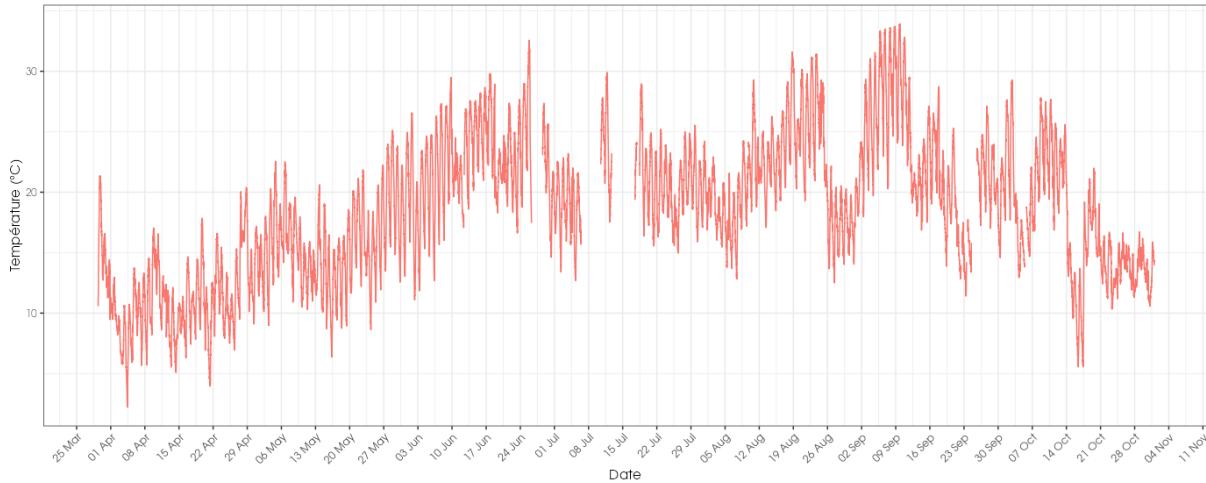


Figure 9. Schéma temporelle de la température à 80 m sur l'ensemble de suivi du parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023.

### 2.3.6 Limites propres au suivi acoustique en altitude

#### Effort de prospection

Du fait du nombre de nuit d'enregistrement, 133 nuits en 2023, ces inventaires peuvent prétendre à l'exhaustivité sur la période 1<sup>er</sup> avril-12 août. En effet, pour réunir un échantillonnage suffisant, on estime nécessaire une quinzaine de nuits d'enregistrements pour espérer contacter 90 % des espèces (sur une maille de 5x5km – MATUTINI, 2014). L'étude réalisée en altitude en 2023 atteint ce seuil et peut donc être considérée comme représentative sur la période 1<sup>er</sup> avril-12 août.

La courbe d'accumulation représente le cumul des nouvelles espèces avec l'effort d'échantillonnage. La construction de la courbe prend en compte la saisonnalité. Ici, l'échantillonnage est réparti uniformément entre les mois.

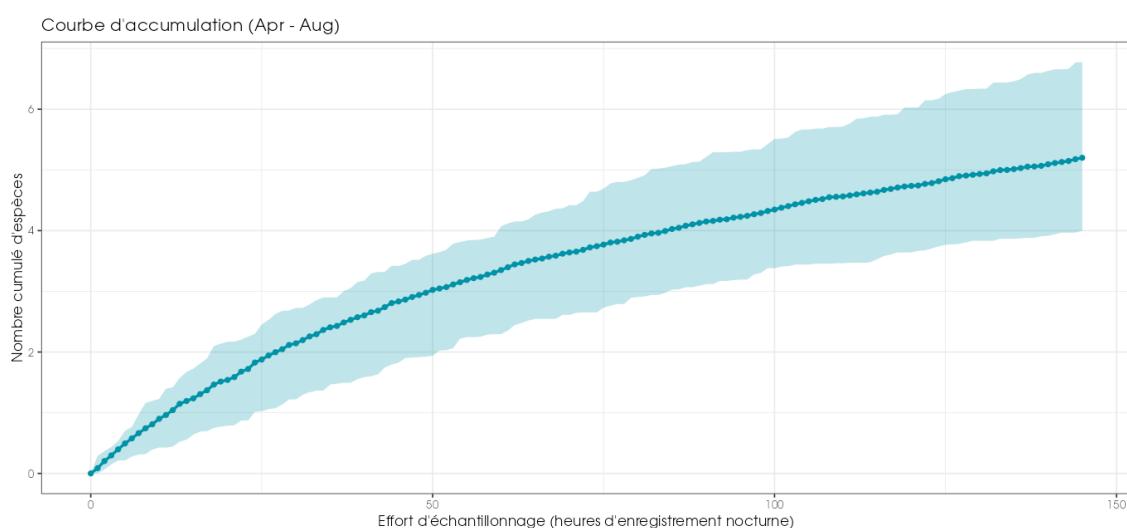


Figure 10 : Courbe d'accumulation des espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude 2023.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

On déplore néanmoins une panne matérielle au niveau du micro, apparue à partir du 12/08, bien après la visite de maintenance (17/07/2023). Cette panne n'était pas décelable à distance via le logger et la cause n'a pas pu être investiguée à cause de l'impossibilité d'accès lors du démontage (chaîne du palan bloquant la trappe). Cette panne engendre une absence de données sur 81 nuits, portant le nombre de nuits exploitables à 133 au lieu de 214 nuits.

### ***Limites méthodologiques des inventaires des chauves-souris***

Dans l'état actuel des connaissances les méthodes acoustiques permettent d'identifier la majorité des espèces présentes sur le territoire français. 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 parfois rassemblées en groupes d'espèces.

Les limites de cette méthode utilisant des enregistreurs automatiques sont essentiellement dues à la détectabilité des différentes espèces et au caractère « fixe » du dispositif dont la pertinence de positionnement ne peut être confirmée qu'a posteriori. La distance à partir de laquelle les chauves-souris sont enregistrées par les détecteurs varie très fortement en fonction de l'espèce concernée. Les noctules et sérotines émettent des cris relativement graves audibles jusqu'à une centaine de mètres. A l'inverse, les cris des rhinolophes ont une très faible portée et sont inaudibles au-delà de 5 à 10 m.

La grande majorité des chauves-souris (murins et pipistrelles) sont détectables entre 10 et 30 m

---

Hormis la panne matérielle non décelable à distance entre le 12 août et le 31 octobre, aucune difficulté n'a été rencontrée au cours de ce suivi acoustique en altitude.

---

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.4 Équipe de travail

Une équipe pluridisciplinaire a été constituée dans le cadre de cette étude (Tableau 5).

Tableau 5 : Équipe de travail.

Domaine d'intervention	Agents de Biotope	Qualité et qualification
<b>Contrôle qualité</b>	Nicolas CARENTON	Chef de projet biostatistiques Master « Ecologie et Eco-Ingénierie des Zones Humides » – 2 ans d'expérience
<b>Contrôle qualité analyses statistiques</b>	Yves LE BRAS	Expert biostatistiques Ingénieur agronome, Docteur en écologie – 10 ans d'expérience
	Nicolas CARENTON	Chef de projet biostatistiques Master « Ecologie et Eco-Ingénierie des Zones Humides » – 2 ans d'expérience
<b>Chef de projet</b> Responsable du projet et rédaction de l'étude	Franck LETERME	Expert fauniste pluridisciplinaire Master 2 « Gestion de la biodiversité et des écosystèmes continentaux et côtiers » – 16 années d'expérience
<b>Chargé d'étude</b> Identification des chauves-souris / Analyse et rédaction du suivi en altitude	Antonin DHELLEMME	Expert chiroptérologue Master 2 « Expertise Faune Flore, inventaires et indicateurs de biodiversité » – 14 ans d'expérience
<b>Chargé d'étude</b> Identification des chauves-souris / Analyse et rédaction du suivi en altitude	Julien TRANCHARD	Expert chiroptérologue Maîtrise de Biologie des populations et des écosystèmes – 20 ans d'expérience
<b>Chargé d'étude</b> Aide pour l'identification des plumées d'oiseaux	Cloé FRAIGNEAU	Expert fauniste pluridisciplinaire DEA Comportement animal – 20 ans d'expérience
<b>Chargé d'étude faune</b> Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (20 sessions) et rédaction de l'étude suivi mortalité	Julien BARGE	Expert fauniste pluridisciplinaire BTS Gestion et protection de la nature – 4 ans d'expérience
<b>Technicien suivi de mortalité</b> Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (24 sessions) et rédaction de l'étude suivi mortalité	Sarah CARDIN	Technicien suivi mortalité BTSA Gestion et protection de la nature – 3 ans d'expérience

## 2

# Synthèse et analyse des résultats



## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1 Résultats du suivi de mortalité

#### 1.1 Résultats bruts



##### 1.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts

Au total, 18 cadavres ont été trouvés au sein du parc éolien de Lion-en-Beauce, dont 11 oiseaux (8 espèces) et 7 chauves-souris (3 espèces) entre le 4 avril 2023 et le 23 octobre 2023.

Les espèces d'oiseaux trouvés sont l'Alouette des champs (3 individus), le Roitelet à triple bandeau (2 individus), la Perdrix grise (1 individu), le Faisan de Colchide (1 individu), le Faucon crécerelle (1 individu), le Pigeon biset domestique (1 individu), la Bergeronnette grise (1 individu) et le Bruant proyer (1 individu), découvertes entre le 11 avril 2023 et le 18 septembre 2023. Les espèces d'oiseaux les plus fréquemment observées sont l'Alouette des champs (3 individus) ainsi que le Roitelet à triple bandeau (2 individus).

- Cf. Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.

Les espèces de chauves-souris trouvées sont la Noctule de Leisler (3 individus), la Pipistrelle commune (2 individus) et la Pipistrelle de Kuhl (2 individus), recensées entre le 5 juillet 2023 et le 11 septembre 2023. L'espèce de chiroptères la plus majoritairement observée est la Noctule de Leisler (3 individus).

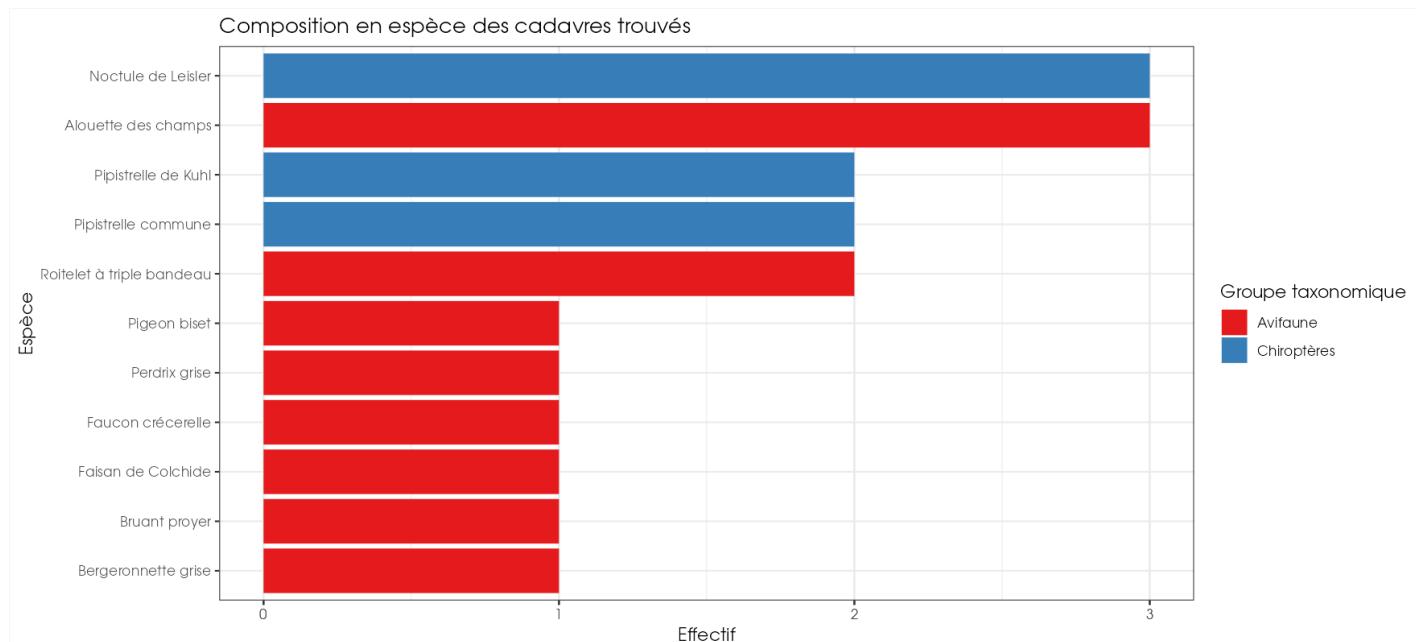


Figure 11 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Lion-en-Beauce.

## 2 Synthèse et analyse des résultats



Figure 12 : Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Roitelet à triple bandeau, Faisan de Colchide, Alouette des champs, Perdrix grise, Bruant proyer, Pigeon biset domestique, Faucon crécerelle, Bergeronnette grise, Pipistrelle de Kuhl, Noctule de Leisler et Pipistrelle commune © Biotope.

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les cadavres d'oiseaux ont été observés de manière assez continue sur une période assez large englobant à la fois la nidification (début avril à mi-juillet) et la période de migration/dispersion postnuptiale (mi-juillet à septembre). Notons néanmoins un pic de mortalité (3 cadavres) le 07/06/2023 ;
- Les cadavres de chiroptères ont été retrouvés de manière assez continue sur la période allant de juillet à septembre, correspondant à la fin de la période de mise bas et d'élevage des jeunes et la période de migration.

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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

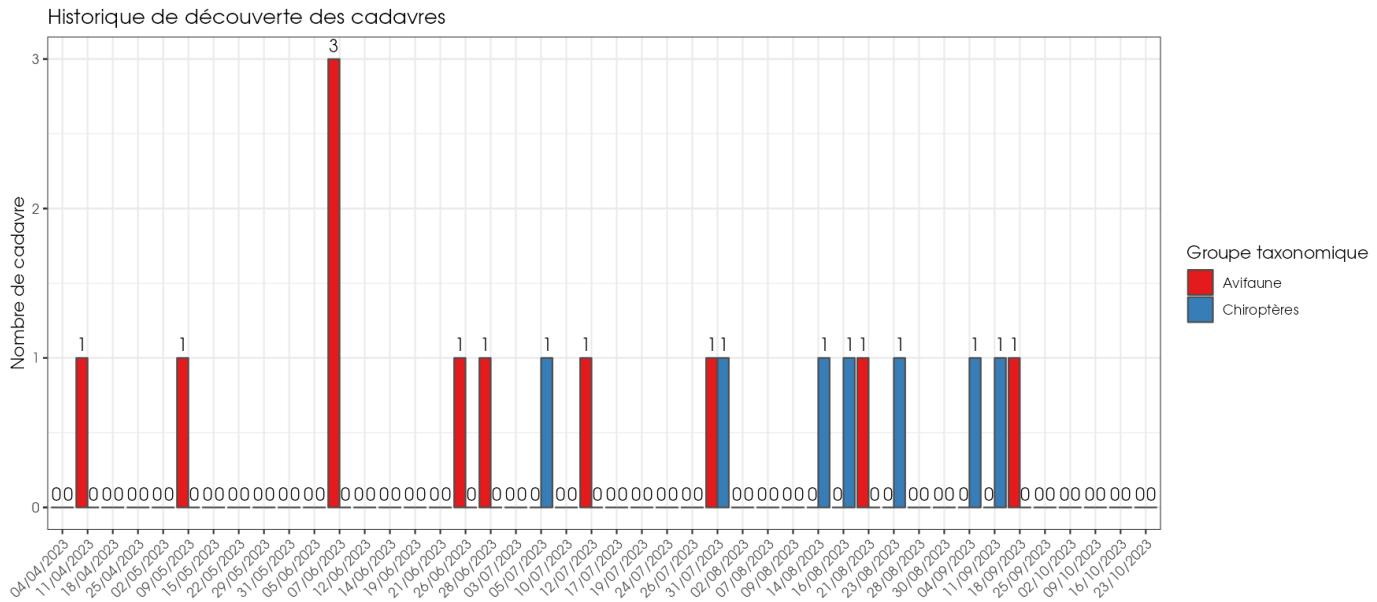


Figure 13 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Lion-en-Beauce.

### 1.1.2 Suivi par éolienne

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous l'ensemble des éoliennes avec des valeurs relativement proches entre elles notamment E01 et E03 (rappelons que pour E02, la casse du multiplicateur a entraîné l'arrêt de l'éolienne plusieurs semaines (du 28 mai au 24 juillet 2023)). Aussi bien pour les oiseaux que pour les chiroptères, l'éolienne E01 montre le nombre de découvertes de cadavres le plus important avec 5 oiseaux et 3 chiroptères. L'éolienne E03 compte 7 cadavres dont 4 oiseaux et 3 chiroptères. L'éolienne E02 présente le plus faible nombre de cadavres retrouvés (2 oiseaux et 1 chiroptère).

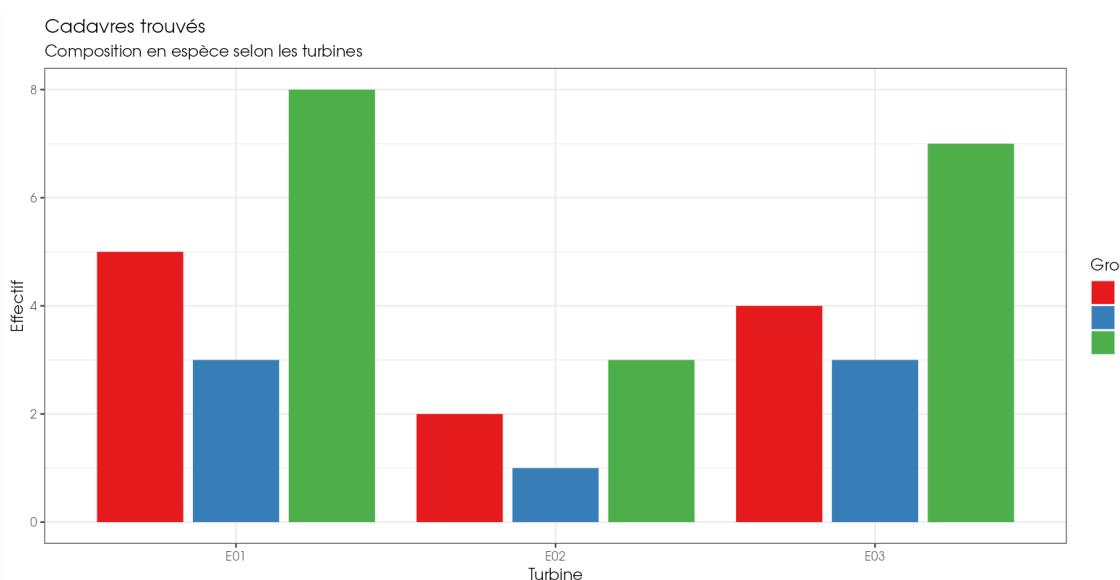


Figure 14 : Nombre de cadavres découverts par éolienne.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

L'ensemble des éoliennes présente des cas de mortalité aussi bien pour l'avifaune que pour les chiroptères. Les mortalités brutes recensées varient légèrement entre les éoliennes, comprises entre 1 et 5 cadavres par éolienne et par groupe faunistique. La majorité des cadavres appartient au groupe des oiseaux (11 individus). L'éolienne E01 semble être la machine la plus impactante sur la base des résultats bruts mais sans présenter de grandes différences avec les autres éoliennes du parc.

### 1.1.3 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 Alouette des champs observée à 60 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 35 m et plus étalée/homogène pour l'avifaune. A noter que les 3 cadavres les plus éloignés sont des cadavres d'oiseaux.

Les découvertes ont été plus fréquemment réalisées au sud des éoliennes.

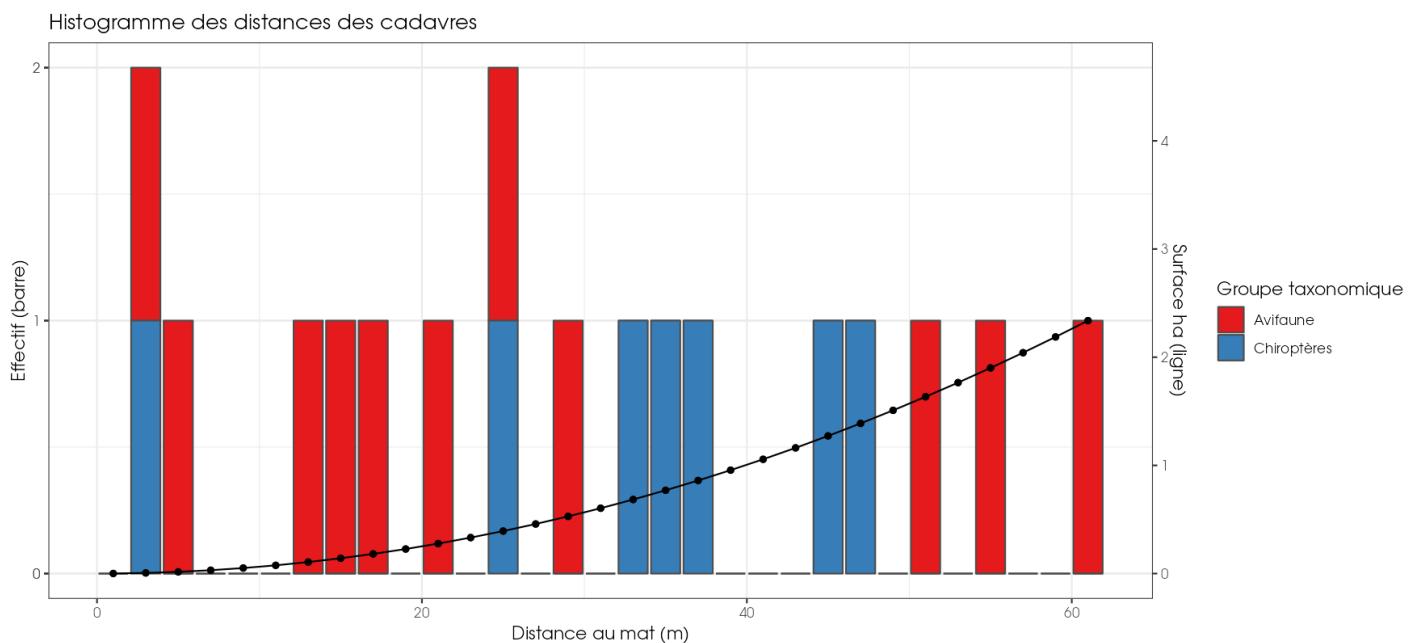


Figure 15 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Lion-en-Beauce. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Parc éolien de Lion-en-Beauce,  
commune de Lion-en-Beauce  
(45)  
SAS LHI SolarWind WP Lion  
2570  
mars 2024

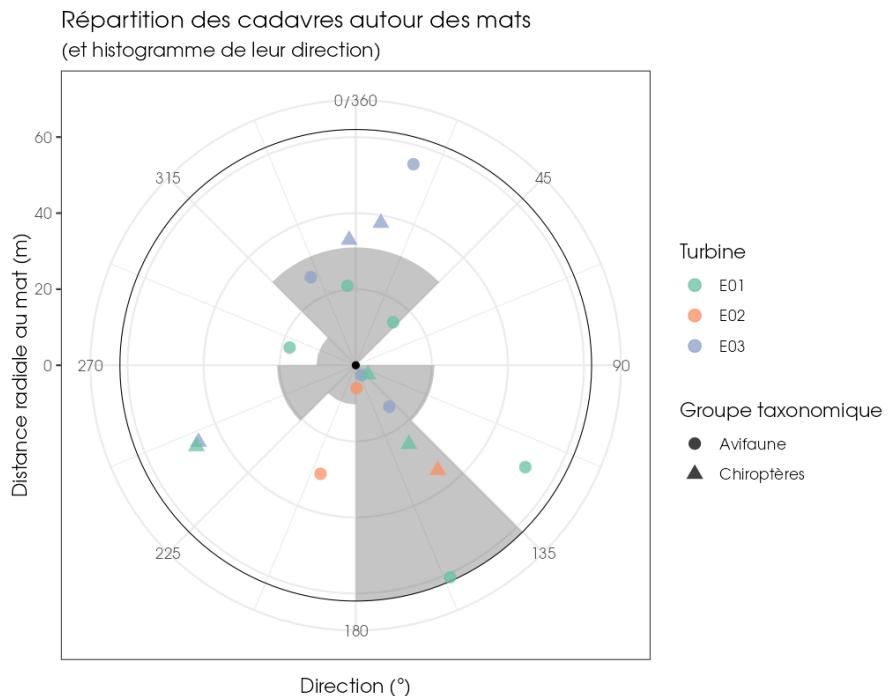


Figure 16 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation.

### 1.1.4 Description des oiseaux retrouvés

11 individus répartis au sein de 8 espèces ont été retrouvées et identifiées sous les éoliennes du parc de Lion-en-Beauce : la **Perdrix grise** (1 individu), le **Faisan de Colchide** (1 individu), le **Faucon crécerelle** (1 individu), le **Pigeon biset domestique** (1 individu), l'**Alouette des champs** (3 individus), la **Bergeronnette grise** (1 individu), le **Roitelet à triple bandeau** (2 individus) et le **Bruant proyer** (1 individu).

À titre de comparaison, Biotope a réalisé en 2022 un « **référentiel de mortalité brute** » cumulant l'ensemble des observations de cadavres d'oiseaux réalisées 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 le Faucon crécerelle, le Roitelet à triple bandeau et l'Alouette des champs sont des espèces fréquemment observées en France. En effet, sur les 76 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elles font parties des 5 espèces les plus découvertes en Métropole. Le Bruant proyer et le Pigeon biset domestique se situent respectivement au 11<sup>ème</sup> et 17<sup>ème</sup> rang de notre référentiel de mortalité brute. La Bergeronnette grise et la Perdrix grise se situent toutes les deux au 24<sup>ème</sup> rang du référentiel. Enfin, le Faisan de Colchide est l'espèce le moins fréquemment observé en France métropolitaine parmi l'ensemble des 8 espèces observées lors de ce suivi, classé au 28<sup>ème</sup> 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).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

On constate que le Faucon crécerelle, l'Alouette des champs et le Roitelet à triple bandeau 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 8 espèces les plus découvertes en Europe et représentant trois des six espèces les plus touchées en France d'après la base de Tobias Dürr. Le Bruant proyer se situe au 12<sup>ème</sup> rang européen (espèce principalement observée en Espagne) et est assez commune en France (15<sup>ème</sup> rang). Le Pigeon biset domestique, la Perdrix grise et le Faisan de Colchide sont relativement communs en Europe et en France, respectivement aux 16<sup>ème</sup>, 22<sup>ème</sup> et 22<sup>ème</sup> rang européen et aux 12<sup>ème</sup>, 8<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> rang français. Enfin, la Bergeronnette grise est beaucoup moins fréquente, aussi bien en Europe (51<sup>ème</sup> rang) qu'en France (42<sup>ème</sup> rang).

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 21/09/2023 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 Roitelet à triple bandeau est la 1<sup>ère</sup> espèce la plus impactée régionalement, soit 11 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- le Faucon crécerelle est la 4<sup>ème</sup> espèce la plus impactée régionalement, soit 6 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- l'Alouette des champs est la 8<sup>ème</sup> espèce la plus impactée régionalement, soit 3 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- le Bruant proyer est la 9<sup>ème</sup> espèce la plus impactée régionalement, soit 3 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- le Faisan de Colchide est la 10<sup>ème</sup> espèce la plus impactée régionalement, soit 3 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- la Perdrix grise est la 12<sup>ème</sup> espèce la plus impactée régionalement, soit 3 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- le Pigeon biset domestique est la 20<sup>ème</sup> espèce la plus impactée régionalement, soit 1 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- la Bergeronnette grise est la 25<sup>ème</sup> espèce la plus impactée régionalement, soit 0,3 % des cadavres d'oiseaux retrouvés.

Pour rappel, les bases de données observationnelles, que ce soit celle de Biotope, celle de la région 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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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 6 : Tableau de synthèse associant les données « empiriques » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 21/09/2023) 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
<b>Faucon crécerelle</b>	<b>3</b> (867)	<b>3</b> (347)	<b>3</b> (71)	<b>4</b> (58)	4 (28)	14 (7)	8 (155)	2 (273)	10 (14)	3 (39)	<b>3</b> (1)
<b>Alouette des champs</b>	<b>7</b> (517)	<b>6</b> (215)	<b>5</b> (49)	<b>8</b> (31)	6 (23)	-	10 (125)	10 (89)	20 (2)	2 (44)	<b>1</b> (3)
<b>Roitelet à triple bandeau</b>	<b>8</b> (492)	<b>2</b> (384)	<b>1</b> (80)	<b>1</b> (98)	19 (1)	18 (3)	21 (45)	18 (45)	21 (1)	17 (2)	<b>2</b> (2)
<b>Bruant proyer</b>	<b>12</b> (383)	<b>15</b> (71)	<b>11</b> (14)	<b>9</b> (30)	-	-	23 (39)	3 (252)	-	5 (21)	<b>3</b> (1)
<b>Pigeon biset domestique</b>	<b>16</b> (274)	<b>12</b> (87)	<b>17</b> (9)	<b>20</b> (8)	5 (26)	9 (21)	13 (92)	40 (10)	4 (37)	-	<b>3</b> (1)
<b>Perdrix grise</b>	<b>22</b> (203)	<b>8</b> (166)	<b>24</b> (6)	<b>12</b> (23)	3 (29)	-	44 (6)	-	21 (1)	-	<b>3</b> (1)
<b>Faisan de Colchide</b>	<b>22</b> (203)	<b>10</b> (97)	<b>28</b> (4)	<b>10</b> (28)	1 (62)	17 (4)	26 (32)	48 (2)	17 (5)	-	<b>3</b> (1)
<b>Bergeronnette grise</b>	<b>51</b> (55)	<b>42</b> (14)	<b>24</b> (6)	<b>25</b> (3)	-	19 (2)	39 (11)	29 (27)	21 (1)	-	<b>3</b> (1)

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 du Roitelet à triple bandeau.

### Évaluation des enjeux

Le Tableau 7 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.

Le Faucon crécerelle a un statut « quasi menacé » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs au niveau national. L'Alouette des champs présente un statut « quasi menacé » au niveau national et régional. La Perdrix grise et le Bruant proyer ont un statut « quasi menacé » au niveau régional.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 7 : 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)	NIOF migrateur (2008)	Liste rouge nicheurs Centre Val-de-Loire (2013)	Statut migrateur Centre Val-de-Loire (2002)	Spécies déterminantes Centre Val-de-Loire : Espèces nicheuses (2016)
<b>Perdrix grise</b>	-	-	LC	LC	NA	NT	-	-
<b>Faisan de Colchide</b>	-	-	LC	LC	NA	NE	-	-
<b>Faucon crécerelle</b>	Article 3	-	LC	NT	NA	LC	MC	-
<b>Pigeon biset domestique</b>	-	-	LC	DD	NA	NE	-	-
<b>Alouette des champs</b>	-	-	LC	NT	C	NT	MC	-
<b>Bergeronnette grise</b>	Article 3	-	LC	LC	C	LC	MC	-
<b>Roitelet à triple bandeau</b>	Article 3	-	LC	LC	NA	LC	MPC	-
<b>Bruant proyer</b>	Article 3	-	LC	LC	NA	NT	MC	-

Légende :

**Protection nationale(PN)**

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 (DO)**

Il s'agit de la directive européenne n°79/409 du 6 avril 1979 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).

**NIOF (Nouvel Inventaire des Oiseaux de France) Migrateur et statut migrateur en Centre-Val de Loire**

Cela présente le statut de rareté de l'espèce en période de migration en France (NIOF) et en région Centre-Val de Loire

Nouvel Inventaire des oiseaux de France (NIOF) (P. J. Dubois, P. Le Maréchal, G. Olioso et P. Yésou, 2008)

L'avifaune de la Région Centre, synopsis des connaissances (PERTHUIS, 2002)

M : Migrateur, NA : Non applicable, DD : données insuffisantes, CC : taxon très commun ; C : taxon commun ; PC : taxon peu commun; R : rare ; O : occasionnel.

**Listes rouges**

Liste rouge des oiseaux nicheurs en Europe (European Red List of Birds (Birdlife International, 2021))

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine (IUCN France, MNHN, LPO, SEO et ONCFS, 2016)

Liste rouge oiseaux nicheurs de Centre-Val de Loire (DREAL Centre-Val de Loire, 2013)

DD : Non évalué, NA : Non applicable, LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable, EN : En danger d'extinction.

**Espèces déterminantes**

Espèces déterminantes de la Région Centre-Val de Loire : Site internet DREAL Centre-Val de Loire : <http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/habitats-et-espèces-déterminantes-r828.html>

### 1.1.5 Description des chauves-souris retrouvées

7 individus répartis au sein de 3 espèces ont été retrouvés morts sur le parc de Lion-en-Beauce : **la Noctule de Leisler** (3 individus), **la Pipistrelle commune** (2 individus) et **la Pipistrelle de Kuhl** (2 individus).

Mise à part la Noctule de Leisler, **l'ensemble des espèces touchées** sont des espèces assez sédentaires. Elles s'éloignent ainsi peu de leurs domaines vitaux. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales, proches du parc éolien (quelques kilomètres).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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 (observés le 31/07/2023, 04/09/2023 et le 11/09/2023) 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. Le patron d'activité acoustique de l'espèce semble montrer une période d'activité sociale importante en fin d'été et non une activité strictement liée à la migration.

À titre de comparaison, Biotope a réalisé en 2022 un « **référentiel de mortalité brute** » cumulant l'ensemble des observations de cadavres de chiroptères réalisées 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, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Kuhl sont parmi les espèces les plus fréquemment observées en France. En effet, sur les 12 espèces ou groupes d'espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elles font parties des 5 espèces les plus découvertes en Métropole, avec respectivement le 1<sup>er</sup>, le 2<sup>ème</sup> et le 4<sup>ème</sup> rang.

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 6<sup>ème</sup> espèce la plus impactée en Europe et la 7<sup>ème</sup> en France ;
- Que la Pipistrelle de Kuhl est la 7<sup>ème</sup> espèce la plus impactée en Europe et la 5<sup>ème</sup> en France.

Enfin, en région Centre-Val de Loire, la synthèse de la DREAL (mise à jour le 21/09/2023) sur les cadavres de chauves-souris relate :

- Que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus impactée par l'éolien. Elle représente actuellement 39 % des cadavres de chiroptères retrouvés sur le sol régional ;
- Que la Noctule de Leisler est la troisième espèce la plus impactée régionalement (soit 11 % des cadavres de chauves-souris retrouvés) ;
- Que la Pipistrelle de Kuhl est classée au 6<sup>ème</sup> rang régional (soit 7 % des cadavres de chauves-souris retrouvés).

Pour rappel, les bases de données observationnelles, que ce soit celle de Biotope, de la DREAL Centre-Val de Loire 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 conforté au niveau métropolitain par le « **référentiel de mortalité brute** » réalisé par Biotope en 2022.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 8 : Tableau de synthèse associant les données « empiriques » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 21/09/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2022 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
Pipistrelle commune	1 (3 401)	1 (1 931)	1 (293)	1 (249)	5 (2)	1 (30)	7 (5)	3 (802)	3 (211)	1 (323)	2 (2)
Noctule de Leisler	6 (813)	7 (243)	2 (79)	3 (72)	-	-	8 (4)	4 (199)	11 (15)	2 (273)	1 (3)
Pipistrelle de Kuhl	7 (661)	5 (411)	4 (52)	6 (42)	-	-	1 (144)	-	7 (44)	6 (51)	2 (2)

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

Tout comme pour les oiseaux, ces différentes données se basent sur des observations transmises. Elles permettent de comparer la mortalité observée sur le parc de Lion-en-Beauce par rapport à celles observées aux échelles nationale et européenne. Cependant, si elles donnent une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elles ne sont pas exhaustives. Les données françaises proviennent, en effet, d'une faible proportion de parcs à différentes dates. C'est néanmoins la synthèse la plus complète qui existe à ce jour.

**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 et la Pipistrelle de Kuhl présentait, quant à elle, un niveau d'enjeu modéré. 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'hibernation, 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 (3 cas de mortalité recensé en 2023 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 Synthèse et analyse des résultats

### Évaluation des enjeux

Le Tableau 9 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 3 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 ». La Noctule de Leisler est « quasi menacée » en France et également en région Centre Val-de-Loire.

Tableau 9 : 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)
<b>Pipistrelle commune</b>	Annexe IV	Article 2	LC	NT	LC
<b>Pipistrelle de Kuhl</b>	Annexe IV	Article 2	LC	LC	LC
<b>Noctule de Leisler</b>	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 (IUCN, 2012)

Liste rouge des espèces menacées en France, Mammifères de France métropolitaine (IUCN France & MNHN, 2017)

Liste rouge régionale des mammifères (Sologne Nature Environnement, 2012)

LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1.1.6 Evaluation de tendance à travers les quantiles de mortalité brute

#### Référentiel 'mortalité brute'

Répartition statistique empirique du nombre de cadavres découverts sur 79 parcs éoliens lors de 114 suivis conformes au protocole national effectués entre 2019 et 2022

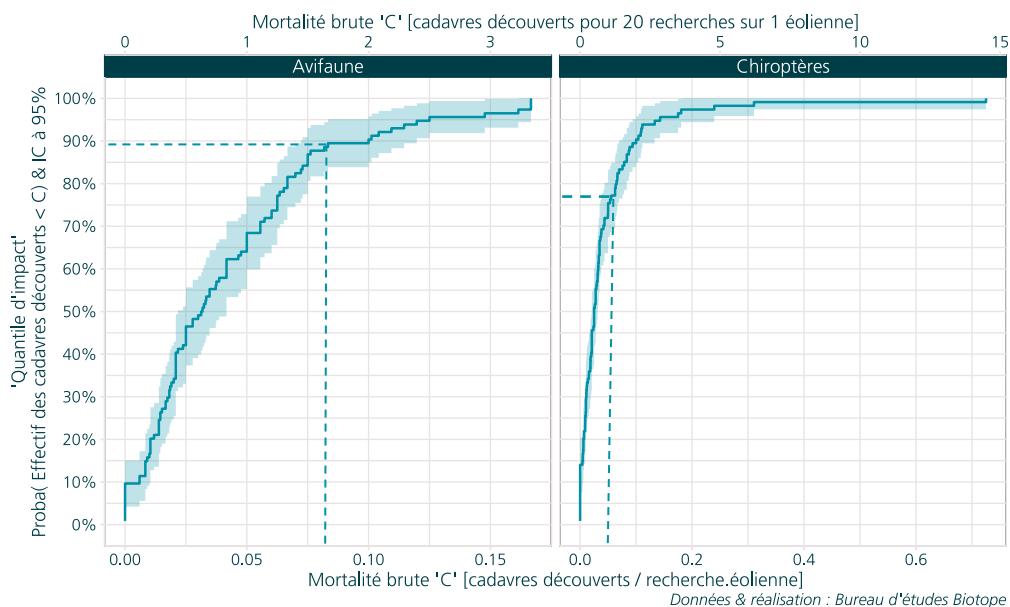


Figure 17 : Répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope entre 2019 et 2022.

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 2022 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 11 cadavres d'oiseaux et 7 cadavres de chiroptères. Pendant le suivi, 3 éoliennes ont été suivies durant 44 passages. Cela conduit à une mortalité brute 'C' de 0,08 cadavres par recherche-éolienne pour les oiseaux et de 0,05 cadavres par recherche-éolienne pour les chiroptères.

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité brute de 89 % pour les oiseaux et de 76 % pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité brute du parc de Lion-en-Beauce est parmi les 11 % les plus élevés du référentiel pour les oiseaux, contre 24 % 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 signification potentielle de l'impact du parc de Lion-en-Beauce sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.**

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1.2 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.

#### 1.2.1 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 10, Figures 18 et 19). 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 ( $> 30/40$  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 prospector.

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 10 : Bilan de l'occupation du sol pour les quatre 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 (44 passages). Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).

Milieux	E01	E02	E03	Total
Blé	/	34,9%	22,6%	19,17%
Champ sol nu	0,2%	7%	11,6%	6,27%
Chaume	10,2%	10,5%	4,3%	8,33%
Chemin d'accès	2,8%	1%	6,4%	3,4%
Déchaume	22,2%	24,4%	23,8%	23,47%
Friche	6,1%	5,1%	2,3%	4,5%
Maïs	0,6%	/	/	0,2%
Moutarde	8,4%	/	/	2,8%
Orge	34,1%	/	11,1%	15,07%
Plateforme	15,3%	17,1%	15,3%	15,9%
Semis	0,1	/	2,6	0,9%
Total	100%	100%	100%	100%

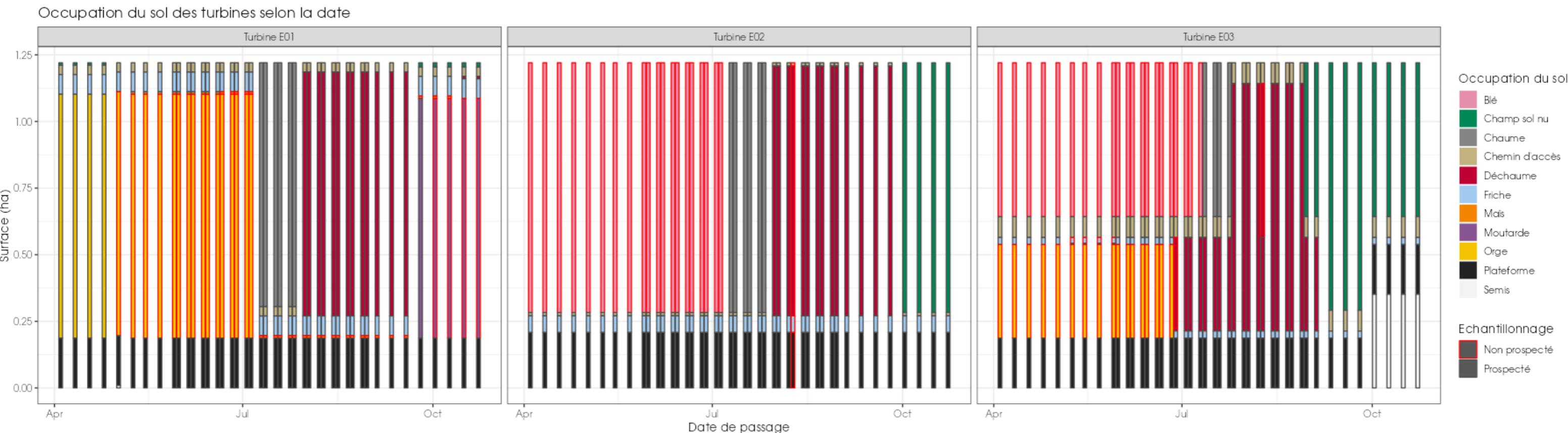
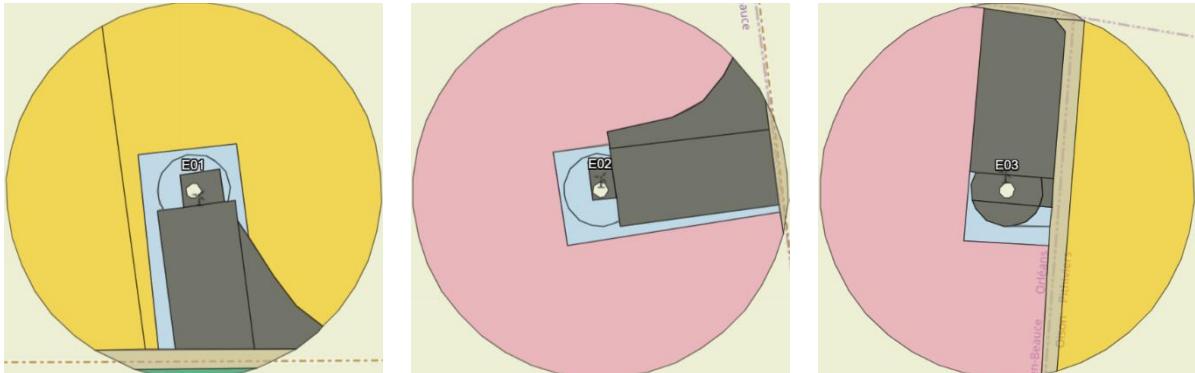


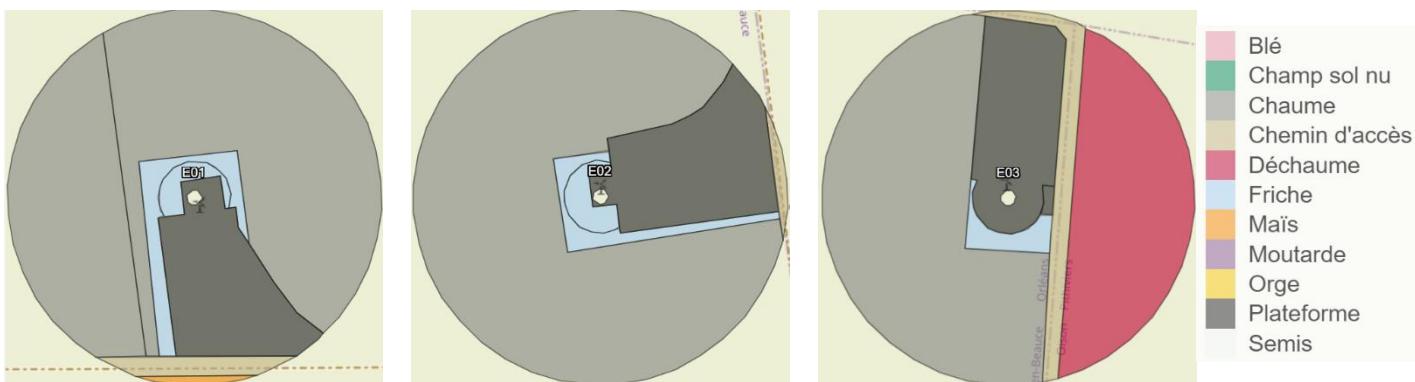
Figure 18 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

04/04/2023



12/07/2023



23/10/2023

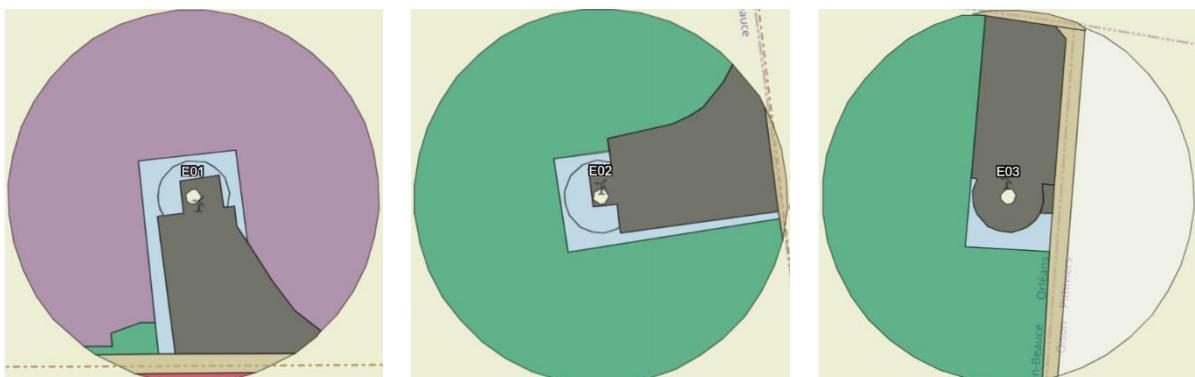


Figure 19 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03 (de gauche à droite et de haut en bas) le 4 avril 2023 (premier passage en haut), le 12 juillet 2023 (passage 22) et le 23 octobre 2023 (passage 44).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1.2.2 Évolution du taux de surface prospectée

Du fait principalement de l'évolution de la végétation, 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.

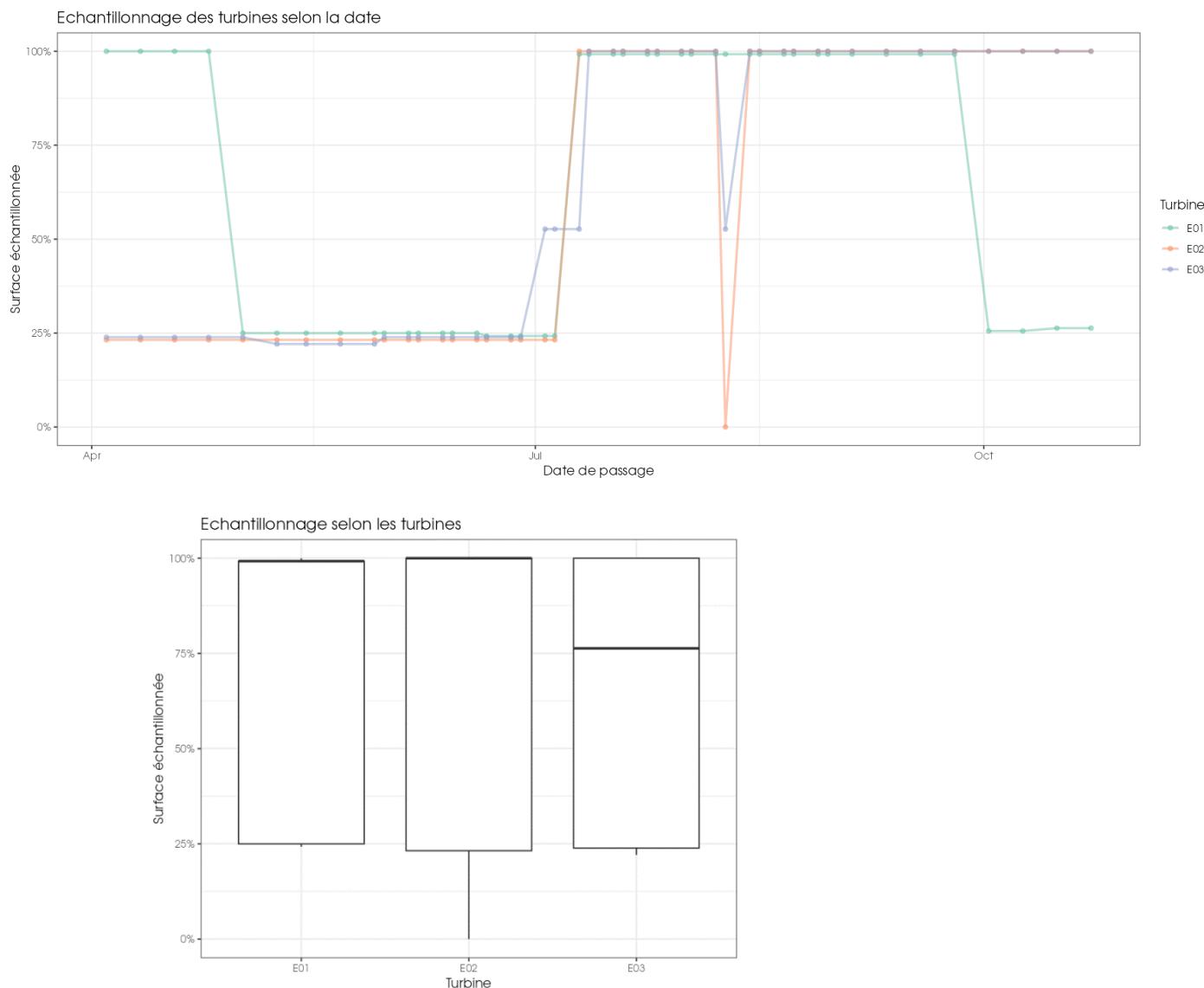


Figure 20 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. En haut : évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, en bas : synthèse (boîte à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane en gras, 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1.2.3 Résultats des tests et calcul des coefficients correcteurs

#### 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 11). 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 0,63 à 0,64). Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 11 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 44 passages.

	E01	E02	E03
Quantile 2.5%	0,24	0,23	0,22
Premier quartile	0,25	0,23	0,24
Moyenne	0,65	0,63	0,64
<b>Moyenne pondérée</b>	<b>0,63</b>	<b>0,64</b>	<b>0,64</b>
Médiane	0,99	1	0,76
Troisième quartile	0,99	1	1
Quantile 97.5%	1	1	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 2023 se basent sur les résultats de l'ensemble des tests de persistance effectués depuis 2022, à savoir ici 2022 et 2023. Il est en effet fort probable qu'il n'y a pas d'effet interannuel de la prédateur 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. Ce même coefficient sera repris pour l'analyse de l'année 2022 dans la suite du document dans le but de mieux comparer les résultats obtenus entre 2022 et 2023 lors de l'estimation de la mortalité.

À la suite des tests de persistance et aux analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu comme modèle (AIC weight = 0,09) : « **Persistance ~ TurbID** » en utilisant une famille de distribution « **weibull** ». Cela veut dire que la durée de persistance est variable entre les différentes éoliennes.

● *Erickson, W.P.; Johnson, G.D.; Strickland, M.; Kronner, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.*

● *Huso, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052*

● *Korner-Nievergelt, F., Korner-Nievergelt, P., Behr, O., Niermann, I., Brinkmann, R., & Hellriegel, B. (2011). A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildlife Biology, 17(4), 350-363. doi: 10.2981/10-121*

## 2 Synthèse et analyse des résultats

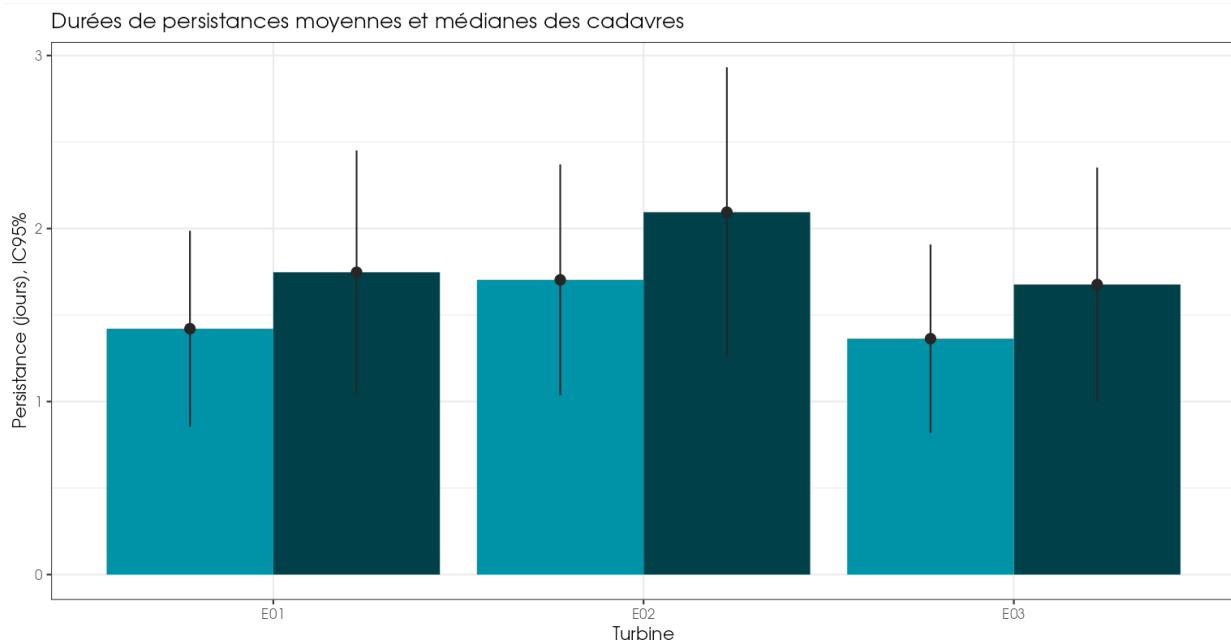


Figure 21 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédatation entre 2022 et 2023.

Nous pouvons constater que les différentes éoliennes du parc ne présentent pas de différences marquées dans leurs durées de persistances des cadavres. En effet, ces éoliennes ont une durée de persistance moyenne autour des 2 jours, c'est-à-dire qu'un cadavre disparaît en moyenne vers 2 jours. Les intervalles de confiance montrent que l'évaluation de la prédatation est assez bonne en illustrant une incertitude modérée, voir faible (Figure 21 & Tableau 12).

Tableau 12 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95 % pour les 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
<b>Résultats des tests de persistances entre 2022 et 2023 (4 tests)</b>			
Persistante moyenne (en jours)	1,75	2,09	1,68
Intervalle de confiance à 95%	[1,04 ; 2,45]	[1,26 ; 2,93]	[1 ; 2,35]

### 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 2023 se basent sur les résultats de l'ensemble des tests d'efficacité effectués depuis 2022, à savoir ici 2022 et 2023. Ce même coefficient sera repris pour l'analyse de l'année 2022 dans la

## 2 Synthèse et analyse des résultats

suite du document dans le but de mieux comparer les résultats obtenus entre 2022 et 2023 lors de l'estimation de la mortalité.

À la suite des tests d'efficacité de recherche, les analyses statistiques basées sur la sélection de modèles n'ont pas permis de retenir un modèle du fait de l'absence de trois catégories d'occupation du sol non testée que sont « la chaume », « la moutarde » et « le semis ». Nous avons donc sélectionné le modèle « Trouve ~ OCS + Hmoy » (AICc delta = 10,84) pour réaliser les interpolations. Nous avons ensuite renseigné grâce au référentiel BIOTOPE synthétisant le résultat des tests d'efficacité par type d'occupation du sol 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 (Figure 22).

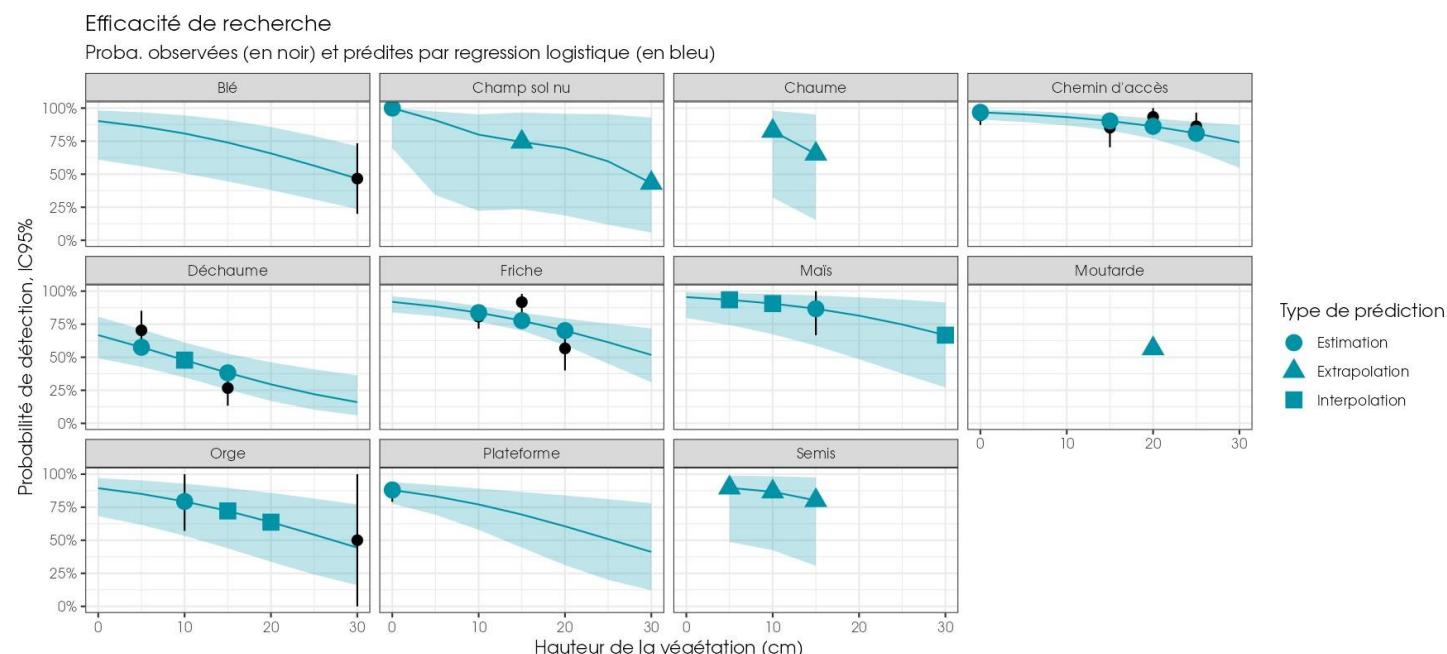


Figure 22 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95 %) calculés (observés) et prédis (estimations, interpolations et extrapolation) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi.

Les taux d'efficacité prédis des zones prospectées sont très variables en fonction de l'occupation du sol mais également de la hauteur de végétation. Ils sont globalement satisfaisants avec une gamme de valeurs allant de 0,16 au minimum (déchaume avec repousses à 30 cm de hauteur) à 1 au maximum (absence de végétation) suivant les milieux prospectés.

### 1.2.4 Estimation de la mortalité

A noter qu'en 2023, l'estimation de la mortalité aurait pu être calculée deux fois car les intervalles entre chaque sortie diffèrent. Toutefois, après avoir réalisé une première simulation avec un passage par semaine sur toute la période de suivi (4 avril au 23 octobre 2023) puis une seconde simulation concentrée uniquement sur la période comprenant deux passages par semaine (29 mai au 30 août 2023) et enfin une simulation avec l'ensemble des données, nous constatons avec cette dernière simulation que les résultats obtenus sont en fait proches de la moyenne des deux

## 2 Synthèse et analyse des résultats

premières simulations. Ainsi, afin de faciliter la lecture de la suite de ce rapport, nous avons donc opter pour effectuer une estimation de mortalité en incluant l'ensemble des jeux de données.

Pour rappel, l'augmentation de fréquence de passage sur la période de début juin à fin août, est une demande des services instructeurs ; elle correspond à la période de pic d'activité et de mortalité constatée en 2022. Cette augmentation de la fréquence de passage va permettre 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 ».

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<sup>ème</sup> passage ont été prises en compte. En effet, les observations faites au 1<sup>er</sup> 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<sup>er</sup> passage permet d'établir un état zéro afin de garantir que toute nouvelle découverte de cadavre s'est bien produite dans l'intervalle précédent chaque passage. A noter que dans le cadre de cette étude, aucun cadavre n'a été découvert lors du 1<sup>er</sup> passage.

La probabilité de détection  $P(s,f)$  est faible de manière générale (entre 0,24 et 0,38 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique (a) est assez faible également (entre 63 % et 64 % de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0,15 à 0,24, c'est à dire un facteur démultiplificateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 4,17 à 6,67. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 4 et 7 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 E03 est l'éolienne qui a la plus faible probabilité de détection globale, E02 a la probabilité de détection globale la plus forte mais qui reste dans l'absolu assez faible.**

Tableau 13 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation.

	E01	E02	E03
<b>Probabilité détection <math>P(s,f)</math></b>			
<b>Huso (2010)</b>	0,33	0,37	0,31
<b>Erickson et al. (2000)</b>	0,34	0,38	0,32
<b>Korner-Nievergelt et al. (2011)</b>	0,36	0,31	0,24
<b>Coefficient correcteur de surface a</b>			
<b>Taux surfaces prospectées pondérées par le temps</b>	0,63	0,64	0,64
<b>Probabilité globale de détection a x <math>P(s,f)</math></b>			
<b>Huso (2010)</b>	0,21	0,24	0,2
<b>Erickson et al. (2000)</b>	0,21	0,24	0,2
<b>Korner-Nievergelt et al. (2011)</b>	0,23	0,2	0,15

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### Estimation de la mortalité pour l'avifaune

- **Éolienne E01**

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découverte de cadavres (n=5) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E01, sont comprises entre 21 et 31 individus sur une période de 202 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95 %) allant de 48 à 62 individus et minimum allant de 10 à 12 individus. Les 5 observations ont été réalisées sur une période assez étendue, entre le 7 juin 2023 et le 31 juillet 2023.

Tableau 14 : 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 (en gras : éolienne la plus impactante).

Estimateurs	E01	E02	E03	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	<b>5</b>	2	4	11
Huso (2010) [IC 95%]	<b>23 [ 11 ; 49 ]</b>	8 [ 3 ; 26 ]	20 [ 7 ; 44 ]	51
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	<b>21 [ 10 ; 48 ]</b>	8 [ 3 ; 25 ]	19 [ 8 ; 43 ]	48
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	<b>31 [ 12 ; 62 ]</b>	11 [ 3 ; 30 ]	25 [ 9 ; 58 ]	67

- **Ensemble du parc**

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 48 à 67 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 21 à 24 individus au minimum et de 116 à 150 individus au maximum pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude importante.

Les 11 observations ont été réalisées sur 202 jours centrés sur 2 saisons (du 11 avril au 18 septembre : 1 découverte en avril, 1 découverte en mai, 5 découvertes en juin, 2 découvertes en juillet, 1 découverte en août et 1 découverte en septembre).

L'éolienne E01 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E03 et E02. Les éoliennes E01 et E03 semblent avoir un impact similaire, l'éolienne E02 étant la moins impactante.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

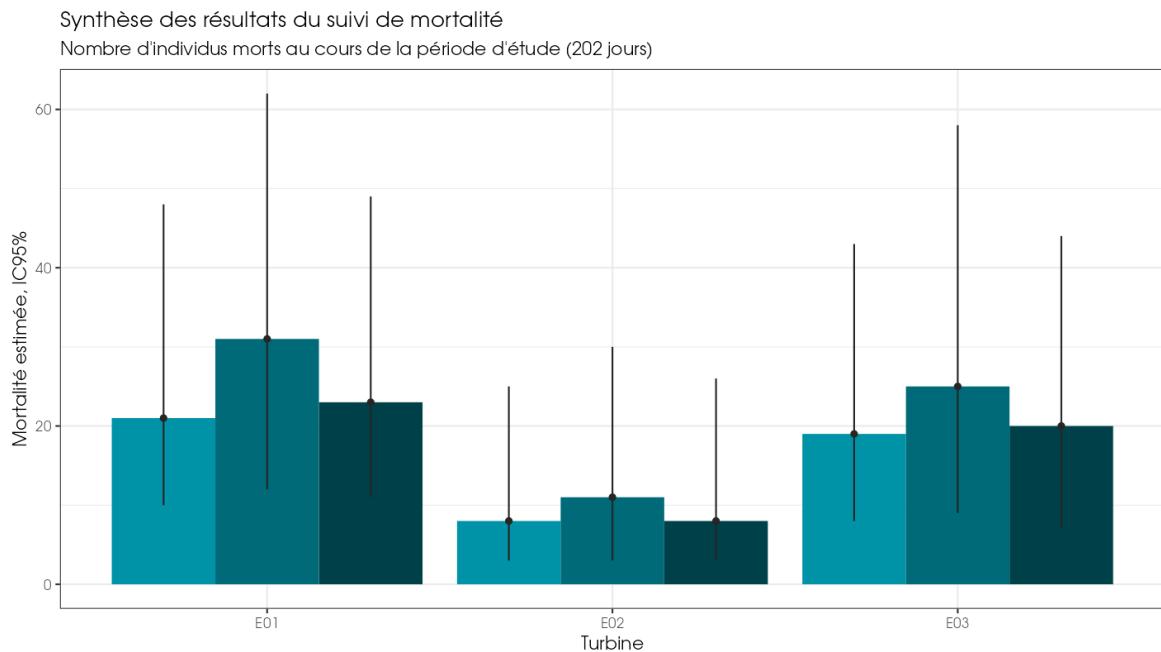


Figure 23 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95 %) pour les oiseaux pour le parc éolien de Lion-en-Beauce au cours du suivi de 2023 sur 202 jours.

### Estimation de la mortalité des chiroptères

- Éolienne E03

C'est l'éolienne qui présente la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E03 sont comprises entre 13 et 20 individus sur une période de 202 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95 %) allant de 37 à 48 individus et minimum allant de 5 à 6 individus. Les 3 observations ont été réalisées sur une période assez étendue entre le 31 juillet 2023 et le 4 septembre 2023.

Tableau 15 : 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 (en gras : éolienne la plus impactante).

Estimateurs	E01	E02	E03	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	3	1	<b>3</b>	7
Huso (2010) [IC 95%]	13 [ 5 ; 35 ]	4 [ 1 ; 18 ]	<b>15 [ 5 ; 37 ]</b>	32
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	12 [ 4 ; 34 ]	4 [ 1 ; 18 ]	<b>13 [ 5 ; 37 ]</b>	29
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	19 [ 6 ; 46 ]	5 [ 1 ; 22 ]	<b>20 [ 6 ; 48 ]</b>	44

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### • Ensemble du parc

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est comprise entre 29 et 44 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 10 à 13 individus au minimum et de 89 à 116 individus au maximum pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

Les 7 observations ont été réalisées sur 69 jours centrés sur la période estivale (du 5 juillet au 11 septembre : 2 découvertes en juillet, 3 découvertes en août et 2 découvertes en septembre).

L'éolienne E03 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E01 et E02. Les éoliennes E01 et E03 semblent avoir un impact similaire, l'éolienne E02 étant la moins impactante.

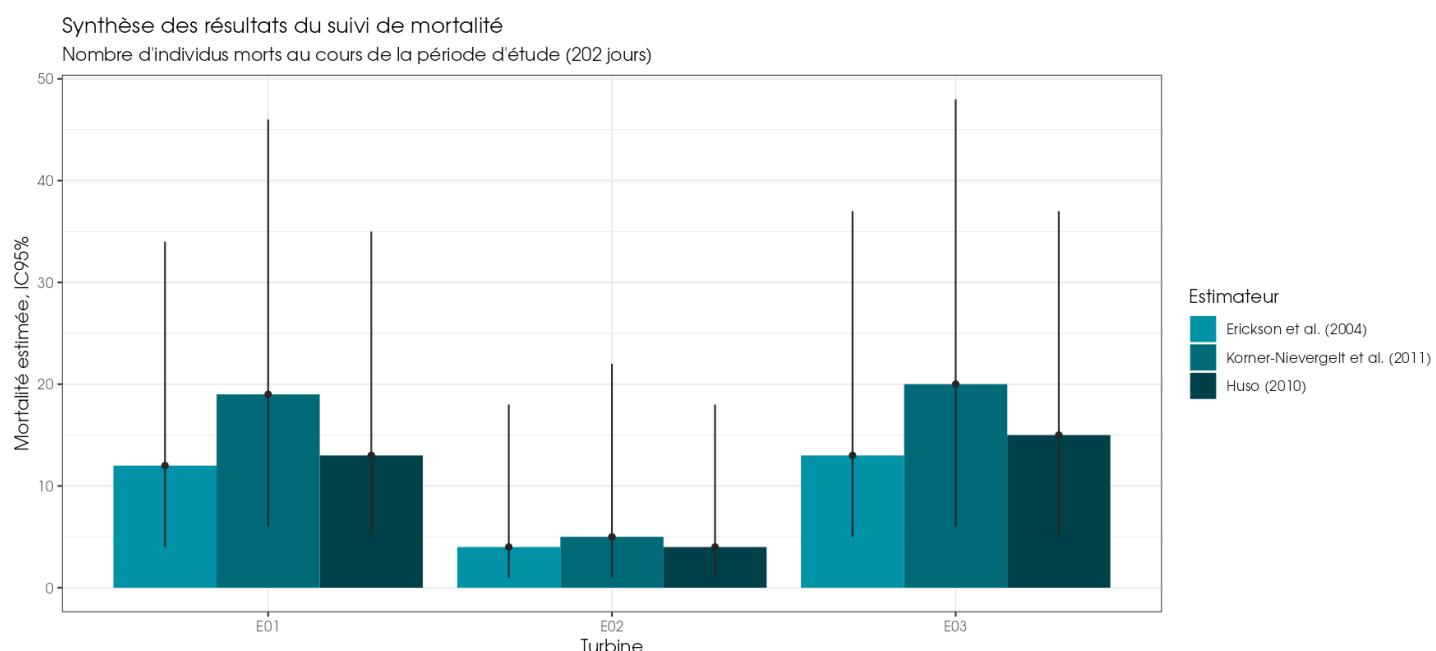


Figure 24 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Lion-en-Beauce au cours du suivi de 2019 sur 202 jours.

### 1.3 Synthèse du suivi de mortalité

Le deuxième suivi de mortalité mené sur le parc éolien de Lion-en-Beauce entre le 4 avril 2023 et le 23 octobre 2023 (3 machines) a conduit à l'observation de 18 cadavres, dont 11 oiseaux (8 espèces) et 7 chauves-souris (3 espèces).

En effet, 8 espèces d'oiseaux (la Perdrix grise, le Faisan de Colchide, le Faucon crécerelle, le Pigeon biset domestique, l'Alouette des champs, la Bergeronnette grise, le Roitelet à triple bandeau et le Bruant proyer) et 3 espèces de chiroptères (la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl) ont été retrouvés sous les éoliennes du parc suivi.

La majorité des individus d'oiseaux observés concernent l'Alouette des champs (3 individus) ainsi que le Roitelet à triple bandeau (2 individus). La majorité des individus de chiroptères observés concernent la Noctule de Leisler (3 individus).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

La cause de la mort des individus semble imputable aux éoliennes, que cela soit par collision ou par barotraumatisme.

Les cadavres ont été localisés à des distances comprises entre 1 m (Faisan de Colchide) et 60 m du mât (Alouette des champs) pour les oiseaux et entre 1 m (Pipistrelle de Kuhl) et 45 m (Noctule de Leisler) pour les chiroptères.

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, avec l'utilisation d'un total de 60 rats. Lors de ces tests, les vitesses de disparition des cadavres déposés ont été assez proches d'une éolienne à l'autre, avec des temps moyens de persistance des cadavres variant de 1,68 jours (E03) à 2,09 jours (E02).

Des estimations de la mortalité ont été réalisées pour l'ensemble des éoliennes du parc, sur la durée du suivi (202 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 29 à 44 cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, soit en moyenne au niveau du parc **d'une estimation de la mortalité comprise entre 9,7 et 14,7 chiroptères/éolienne sur l'ensemble du suivi** mais où les observations se concentrent sur 69 jours entre le premier cadavre trouvé et le dernier.

Concernant l'avifaune, l'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de 48 à 67 cas de mortalité d'oiseaux sur la période de suivi, soit en moyenne au niveau du parc **d'une estimation de la mortalité comprise entre 16 et 22,3 oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi** mais où les observations se concentrent sur 202 jours entre le premier cadavre trouvé et le dernier. Les intervalles de confiance à 95 % montrent des effectifs minimums impactés de l'ordre de 21 à 24 individus et maximums de 116 à 150 individus.

Si l'on prend les chiffres bruts obtenus lors de ce suivi 2023, on constate qu'ils sont inférieurs à ceux mentionnés par la bibliographie pour les chiroptères ; en revanche, si on prend les estimations, ces chiffres semblent légèrement supérieurs. 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). En Champagne-Ardenne, une étude menée sur 18 parcs éoliens donne des résultats de 1 à 3 cadavres par éolienne et par an, sans correction statistique (HARTER, 2015). De plus, de la mortalité a été constatée sur tous les parcs étudiés.

---

Faute de référentiel, il est complexe de conclure et d'évaluer l'impact du parc de Lion-en-Beauce en fonctionnement sur la conservation des espèces d'oiseaux et de chiroptères. On notera toutefois que le taux de mortalité estimé sur le parc semble légèrement supérieur aux résultats fournis par la bibliographie et que la mise en place de mesures correctives pour les chiroptères pourrait être une solution. Il conviendra de mettre en relation ces résultats avec le résultat des écoutes en altitude (activité évaluée à hauteur de nacelle) et d'évaluer le bon fonctionnement du bridage actuel.

Nous constatons sur ce parc que le nombre de cadavres retrouvés lors du suivi mortalité 2023 est en adéquation avec les chiffres exposés dans l'étude sur 18 parcs éoliens en Champagne-

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Ardenne (HARTER, 2015). En prenant en compte les coefficients correcteurs, l'estimation de la mortalité évaluée est d'autant plus importante et les incertitudes des estimations sont d'autant plus grandes au regard notamment des surfaces non prospectées en 2023.

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2023 (11 individus), il s'agit d'espèces sédentaires ou migratrices / migratrices partielles. On notera notamment que les données de Roitelet à triple bandeau correspondent à des individus en migration et dont les dates de découverte coïncident avec le passage de cette espèce sur la région. Par ailleurs, on constate que dans le référentiel de mortalité brute élaboré par Biotope, le parc de Lion-en-Beauce est parmi les plus élevés du référentiel pour les oiseaux. **Dans cette situation et au regard des estimation de mortalité, nous pouvons conclure que l'impact du parc est significatif pour les oiseaux car les résultats obtenus sont légèrement supérieurs (16 et 22,3 oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi) à ceux qui sont renseignés dans la bibliographie (0,3 à 18,3 oiseaux par éolienne et par an).**

Concernant les chiroptères, 7 chauves-souris ont été retrouvées correspondant à une estimation de mortalité selon les formules entre 29 et 44 individus de chauves-souris, soit entre 9,7 et 14,7 chauves-souris par éolienne sur la période de suivi. Ces estimations se situent légèrement au-dessus des données que l'on peut retrouver dans la bibliographie (environ 10 chauves-souris/éolienne/an). On notera en revanche que contrairement au suivi 2022, aucune espèce de chauve-souris retrouvée en 2023 n'est menacée en France. Une vigilance reste néanmoins de mise concernant la Noctule de Leisler (3 individus retrouvés en 2023), la région Centre-Val de Loire ayant une responsabilité dans la préservation de cette espèce où les effectifs sont importants. L'analyse des écoutes en altitude nous permettra dans la suite de ce rapport de conclure sur la significativité ou non du parc pour le groupe des chiroptères.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 2 Résultats du suivi de l'activité des chiroptères en altitude

Au cours de la période d'enregistrement (133 nuits exploitables entre le 1<sup>er</sup> avril et le 12 août 2023), 304 contacts de 5 secondes ou 195 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris (communément appelé minutes positives), ont été obtenus à 80 m d'altitude, au niveau de la nacelle de l'éolienne n°1.

On signale une panne matérielle (non décelable à distance via le logger et apparue après la visite de maintenance) à partir du 12/08, portant le nombre de nuits exploitables à 133 sur 214 nuits de suivi.

#### 2.1 Espèces contactées

Au cours de cette étude, 5 espèces ont été identifiées avec certitude : Pipistrelle commune, Pipistrelle de Natusius, Pipistrelle de Kuhl, Noctule de Leisler et Noctule commune.

A ces espèces sont associées des groupes d'espèces indéterminées auxquels sont rattachés certains contacts n'offrant pas la possibilité d'identifier l'espèce avec certitude :

- Groupe Sérotine commune / Noctules ou « Sérotules » (*Eptesicus serotinus* / *Nyctalus* sp.), ces espèces sont très proches acoustiquement et sont uniquement différenciables dans certaines conditions de vol ;
- Groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Natusius (*Pipistrellus kuhlii* / *P. natusii*), espèces souvent difficilement distinguables acoustiquement et sous certaines conditions de vol.

Tableau 16 : Statuts de protection et de patrimonialité des espèces de chiroptères recensées en altitude sur le site en 2023.

Espèce	Directive Habitats	Protection nationale	Liste rouge France	Liste rouge Centre
<b>Espèces identifiées avec certitude</b>				
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	Annexe IV	Art.2	VU	NT
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	Annexe IV	Art.2	NT	NT
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Annexe IV	Art.2	NT	LC
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Annexe IV	Art.2	LC	LC
Pipistrelle de Natusius <i>Pipistrellus natusii</i>	Annexe IV	Art.2	NT	NT

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Espèce	Directive Habitats	Protection nationale	Liste rouge France	Liste rouge Centre
<b>Espèce appartenant aux groupes d'espèces contactés</b>				
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	Annexe IV	Art.2	NT	LC

La richesse spécifique relevée est jugée moyenne pour un suivi en nacelle, avec au moins 20 % des 25 espèces connues en Centre-Val de Loire. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude.

Lors du suivi précédent en 2022, 4 espèces et 2 groupes d'espèces de chauves-souris avaient été contactées en altitude au niveau de l'éolienne E01 (aucun contact certain de Pipistrelle de Kuhl).

### 2.2 Abondance relative

Le tableau suivant présente la répartition des contacts par espèce ainsi qu'une estimation de leur activité.

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 aux sites d'étude et aux types d'analyse réalisée, ce qui permet de comparer les résultats des inventaires à un jeu de données le plus pertinent : dans le cas de cette étude, un rayon de 200 km autour du site et du 1<sup>er</sup> avril au 11 août uniquement pour éviter le biais lié à la panne matérielle.

Tableau 17 : Répartition du nombre de contacts (5 secondes et minutes positives) obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces et activité de ces taxons estimée en altitude sur le site en 2023.

Nom vernaculaire Nom scientifique	Nombre total de contacts de 5 sec.	Pourcentage par rapport à l'activité totale (%)	Nombre total de minutes positives	Pourcentage par rapport à l'activité totale (%)	Niveau d'activité
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	175	57,57	104	53,33	Faible
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	44	14,47	39	20,00	Très faible
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	54	17,76	23	11,79	Très faible
Groupe Sérotine commune / Noctules ( <i>Eptesicus / Nyctalus</i> sp.)	19	6,25	18	9,23	Très faible

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Nom vernaculaire Nom scientifique	Nombre total de contacts de 5 sec.	Pourcentage par rapport à l'activité totale (%)	Nombre total de minutes positives	Pourcentage par rapport à l'activité totale (%)	Niveau d'activité
Groupe Pipistrelle de Kuhl / Natusius ( <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. natusius</i> )	5	1,64	5	2,56	Très faible
Pipistrelle de Natusius <i>Pipistrellus natusius</i>	4	1,32	3	1,54	Très faible
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	3	0,99	3	1,54	Très faible
<b>Total général</b>	<b>304</b>	<b>100</b>	<b>195</b>	<b>100</b>	<b>Faible</b>

L'analyse réalisée montre que :

- **La Noctule commune domine le peuplement chiroptérologique avec 53 à 58 % du total des contacts obtenus** (en fonction de la méthode de calcul). Cette espèce est classiquement très fortement représentée en altitude. Sur le site en 2023, son activité au niveau de la nacelle est toutefois jugée faible ;
- **La Noctule de Leisler constitue la seconde espèce en termes d'abondance en altitude sur le site avec 15 à 20 % du total des contacts obtenus.** Cette espèce est classiquement très fortement représentée en altitude. Son activité est jugée très faible ;
- **La Pipistrelle commune occupe la troisième place avec 12 à 18 % du total des contacts obtenus.** Cette espèce vole régulièrement en altitude et fait partie des espèces les plus régulièrement découverte au cours des suivis mortalités. Néanmoins, son activité est jugée très faible ;
- Le groupe Sérotine commune / Noctules représente 6 à 9 % de l'activité globale. Son activité est jugée très faible ;
- Le groupe Pipistrelle de Kuhl / Natusius semble anecdotique avec 2 à 3 % du total des contacts obtenus. Son activité est jugée très faible. La Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Natusius atteignent 1 à 2 % des contacts.

Au regard des résultats et des comparaisons au référentiel Actichiro® adapté à cette étude, le niveau d'activité des chiroptères en altitude toutes espèces confondues, peut être considéré comme faible.

La composition et la répartition des contacts est relativement similaire à celles relevées en 2022 : dominance de la Noctule commune (43 % des « minutes positives »), suivie par le groupe d'espèces Sérotine commune / Noctules indéterminées (26 %) et la Noctule de Leisler (21 %). La Pipistrelle commune était peu représentée (6 %), accompagnée du groupe Pipistrelle de Kuhl / Natusius (3 %) et de la Pipistrelle de Natusius (moins de 1 %).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Parc éolien de Lion-en-Beauce,  
commune de Lion-en-Beauce  
(45)  
SAS LHI SolarWind WP Lion  
2570  
mars 2024

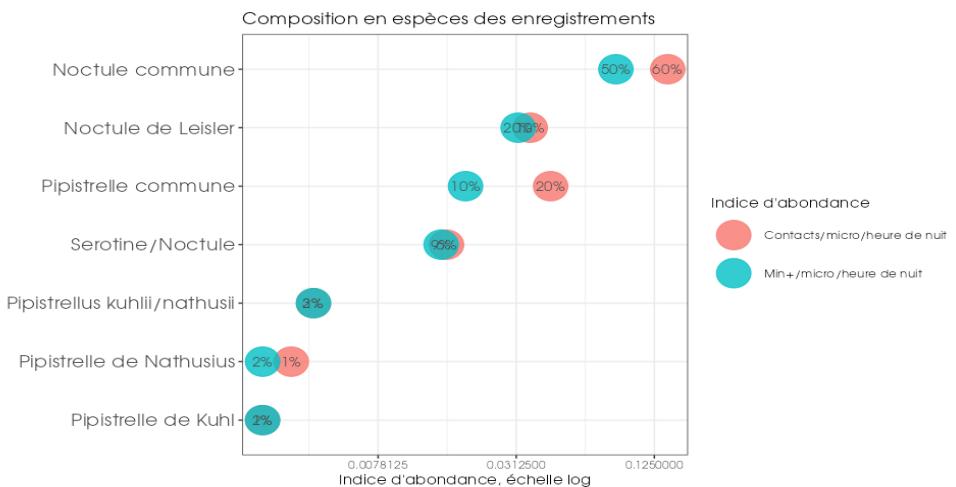


Figure 25 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

### 2.3 Analyse détaillée de l'activité mensuelle des chiroptères en altitude

#### 2.3.1 Activité journalière en altitude

Le graphique ci-dessous présente l'activité journalière moyenne par heure. Cette représentation graphique permet de mettre en évidence des forts pics d'activités très ponctuels comme le 27 mai, le 10 juin ou la période 8-11 août 2023.

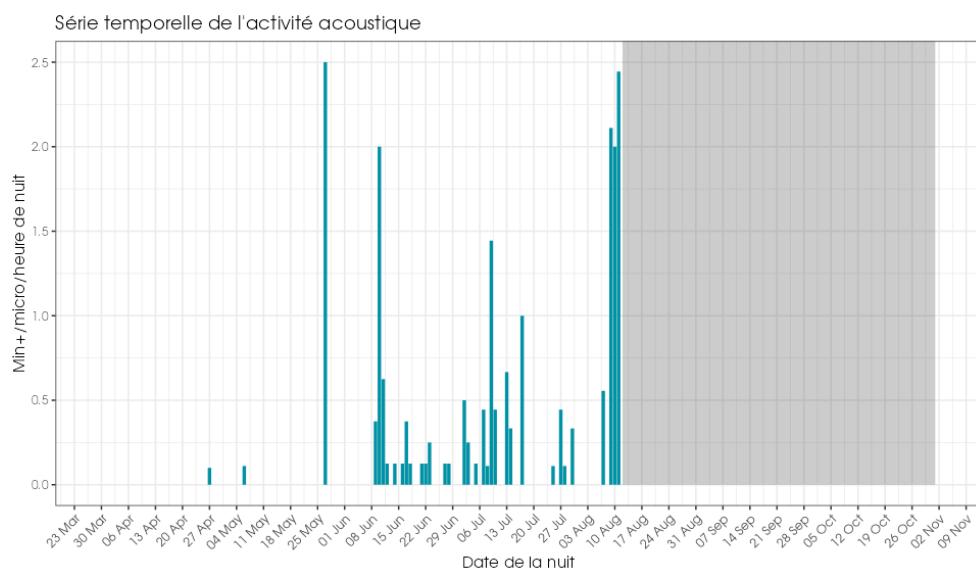


Figure 26 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

La zone griseée marque la période de panne.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 2.3.2 Activité mensuelle en altitude

#### **Analyse de l'activité mensuelle toutes espèces confondues**

Toutes espèces confondues, on observe une variation de l'activité au cours des différents mois.

La période de transition printanière (avril-mai) a connu une activité très anecdotique et modérée, marquée par un pic le 27 mai.

En période estivale (mise-bas et estivage : juin à mi-août), cette activité est plus régulière et augmente significativement.

La période de migration automnale (mi-août à fin-octobre), la plus sensible au risque de collision, est malheureusement inexploitable à cause d'une panne matérielle.

---

La distribution d'activité est classiquement plus marquée en fin de période estivale / automne.

En 2022, l'activité la plus importante était typiquement observée au mois d'août. On notait une augmentation exponentielle depuis le mois de mai, culminant en août (période de transit, dispersion des colonies et de migration) puis décroissant rapidement en septembre pour disparaître en octobre.

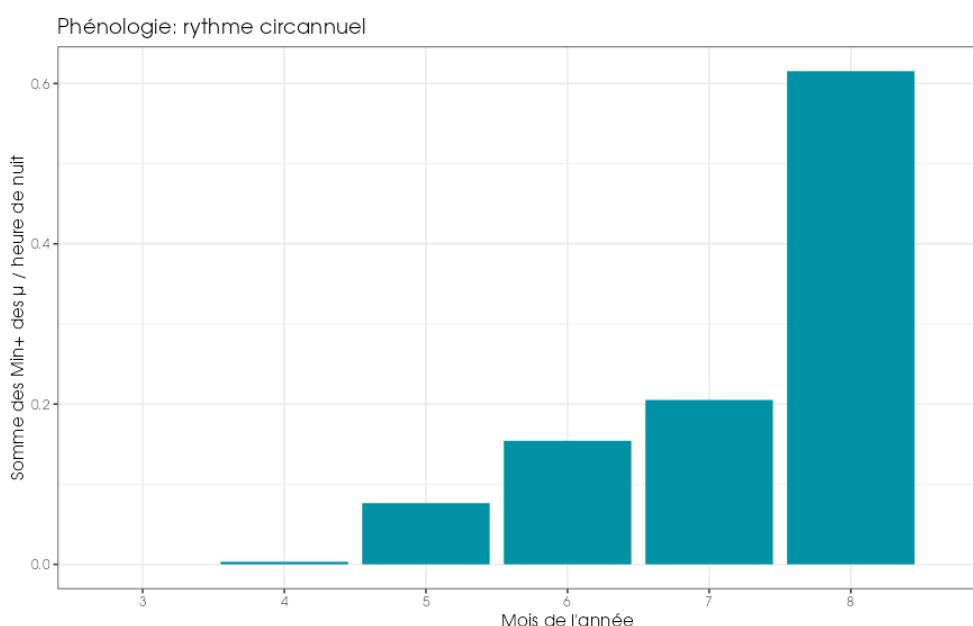


Figure 27 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

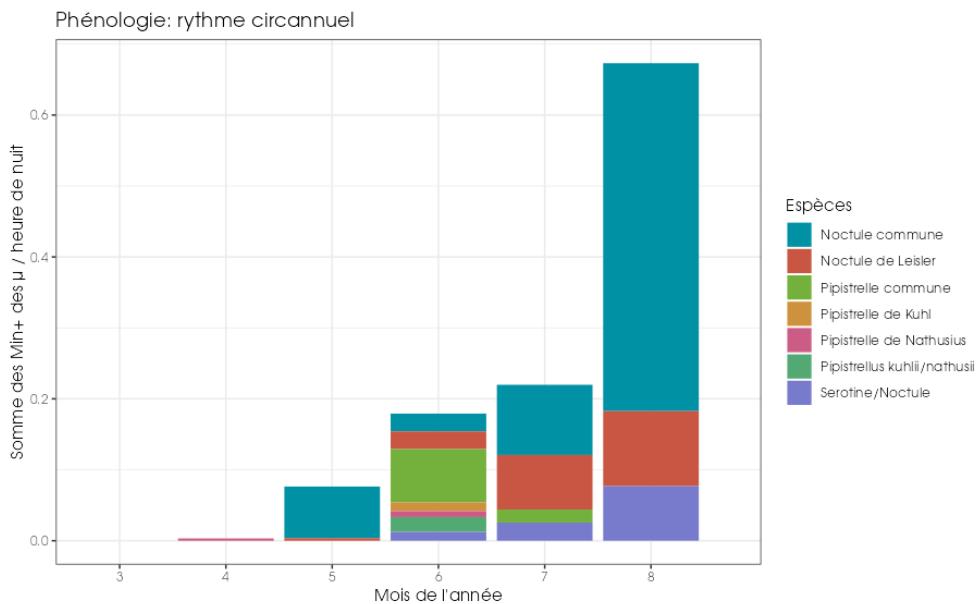


Figure 28 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, par espèce, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

## ***Groupe des Sérotine commune, Noctule de Leisler et Noctule commune***

- Noctule commune (*Nyctalus nyctalus*)

Pour rappel, la Noctule commune représente 53 à 58 % du temps d'enregistrement des chauves-souris en altitude sur le parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023. Cette espèce de haut vol est très bien représentée et montre une activité intense dans la première quinzaine du mois d'août, correspondant à la fin de la période d'élevage des jeunes et au début de la phase de dispersion.

On note également une activité notable au mois de mai, pouvant correspondre à la migration printanière.

La Noctule commune marque profondément la phénologie globale des espèces sur le site.

Malgré la panne matérielle à partir du 12/08/23, on peut supposer une activité notable en automne, qui décroît progressivement de fin août à octobre.

- Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)

Pour rappel, la Noctule de Leisler représente la seconde espèce en termes d'abondance avec 15 à 20 % du temps d'enregistrement des chauves-souris en altitude sur le parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023. Cette espèce de haut vol est bien présente en juillet et août (pic). L'activité croît progressivement tout au long du suivi et on peut supposer une activité notable en automne, typique de cette espèce migratrice, qui décroît progressivement de fin août à octobre.

- Groupe Sérotine commune / Noctules

Pour rappel, le groupe des Sérotine /Noctules représente 6 à 9 % du temps d'enregistrement des chauves-souris en altitude sur le parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023.

A l'instar des 2 espèces précédentes, on note une activité croissante tout au long du suivi avec un maximum au mois d'août.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

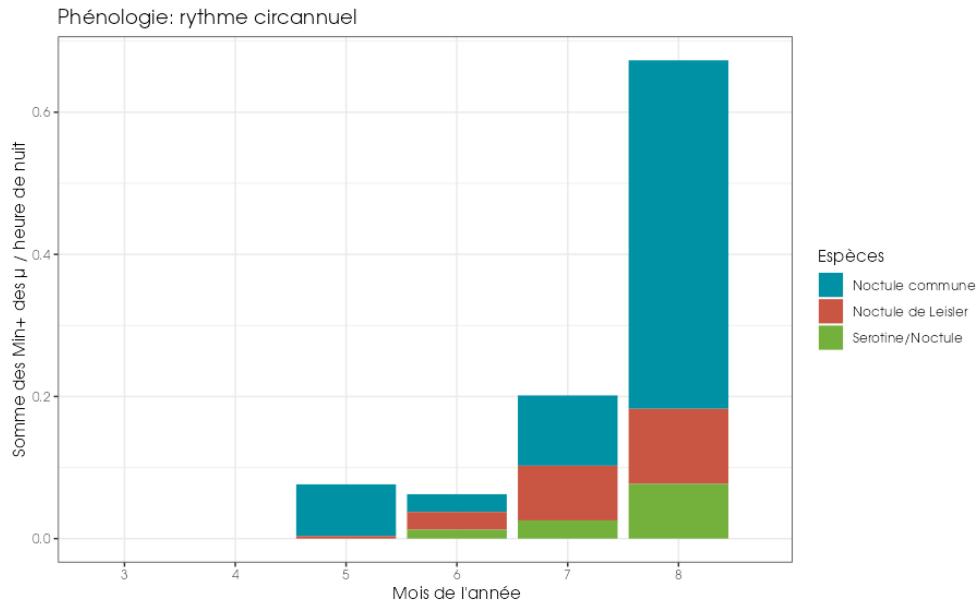


Figure 29 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les espèces du groupe Sérotine commune / Noctules au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

### Groupes des Pipistrelles

La phénologie des Pipistrelles diffère complètement du schéma général imprimé par le groupe Sérotine commune / Noctules, et notamment la Noctule commune, avec cette fois un pic d'activité centré sur le mois de juin.

- Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente 12 à 18 % du temps d'enregistrement des chauves-souris en altitude sur le parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023. L'espèce est contactée en juin et juillet uniquement, avec un pic en juin correspondant à la période de mise-bas.

- Groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius

Pour rappel, le groupe Pipistrelle de Kuhl / Nathusius est anecdotique avec 2 à 3 % du temps d'enregistrement des chauves-souris en altitude sur le parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023. L'activité du groupe d'espèce est centrée uniquement sur le mois de juin.

- Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)

Pour rappel, la Pipistrelle de Nathusius représente 1 à 2 % du temps d'enregistrement des chauves-souris en altitude sur le parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023. La Pipistrelle de Nathusius est une espèce migratrice contactée avec certitude au mois d'avril (migration printanière) et qui présente un pic d'activité en juin.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

- Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*)

Pour rappel, la Pipistrelle de Kuhl représente 1 à 2 % du temps d'enregistrement des chauves-souris en altitude sur le parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023. L'espèce est contactée avec certitude au mois de juillet uniquement.

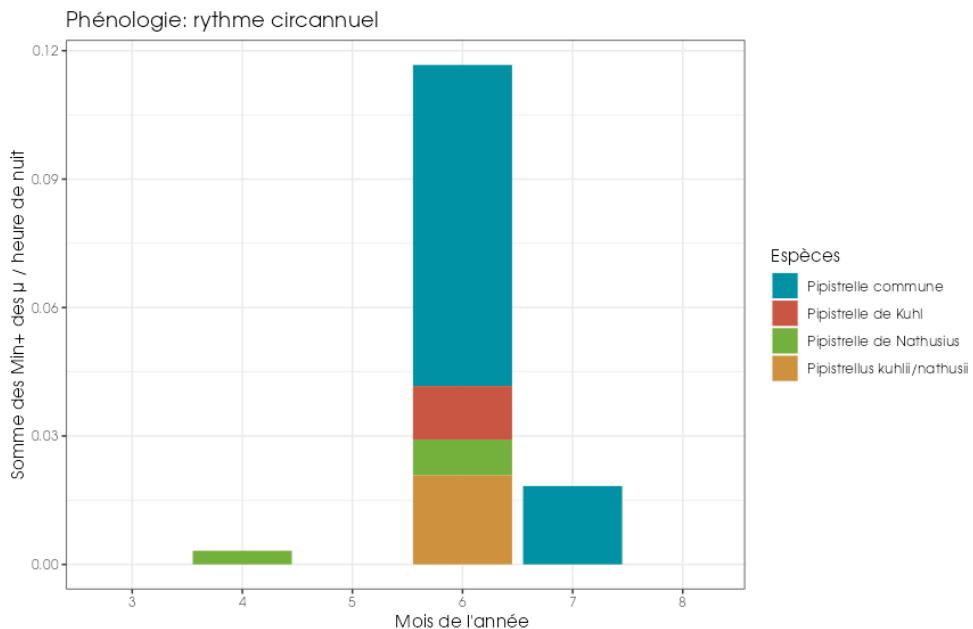


Figure 30 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour le groupe des Pipistrelles au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

### Bilan de l'activité mensuelle des chiroptères en altitude

L'activité générale est hétérogène au cours de l'année, elle croît progressivement pour culminer au mois d'août. Une panne matérielle à partir du 12 août limite l'analyse mais on suppose une décroissance de l'activité jusqu'à octobre-novembre.

Lorsqu'on se penche en détail sur la phénologie par espèce, on remarque que ce schéma est largement marqué par la Noctule commune, espèce qui domine le peuplement en altitude (53 à 58 % des contacts).

On décèle notamment début d'août l'amorce d'un pic d'activité automnal correspondant à l'activité migratoire pour la Noctule commune et la Noctule de Leisler.

L'activité notable au mois de juin est dictée par les Pipistrelles et notamment la Pipistrelle commune.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 2.4 Analyse de l'activité des chiroptères en altitude en fonction de l'heure

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

En 2023, 195 « minutes positives » exploitables ont été enregistrées sur l'ensemble de la période de suivi (panne matérielle du 12/08 au 31/10/2023).

L'analyse sur la totalité de la période d'enregistrement montre que l'activité des chauves-souris est visible sur une grande partie de la nuit mais qu'elle est généralement plus importante durant les trois premières heures de la nuit. Elle diminue ensuite mais sans jamais disparaître totalement ; on observe même ponctuellement des sursauts d'activité, notamment en début de période de migration automnale sans visibilité sur la suite à cause de la panne de matériel.

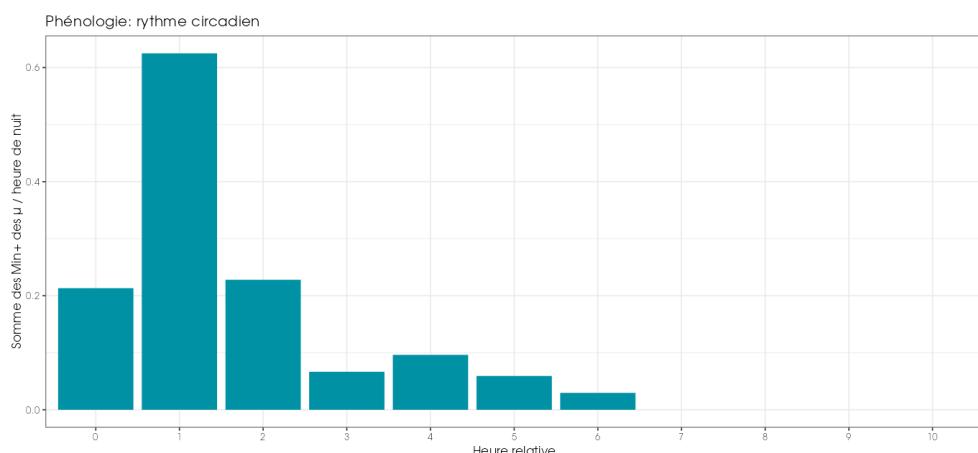


Figure 31 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

*L'heure relative indique le nombre d'heure écoulées depuis le dernier coucher du soleil. Cette variable a été ramenée à une échelle de valeurs discrètes utilisant la partie entière.*

## 2 Synthèse et analyse des résultats

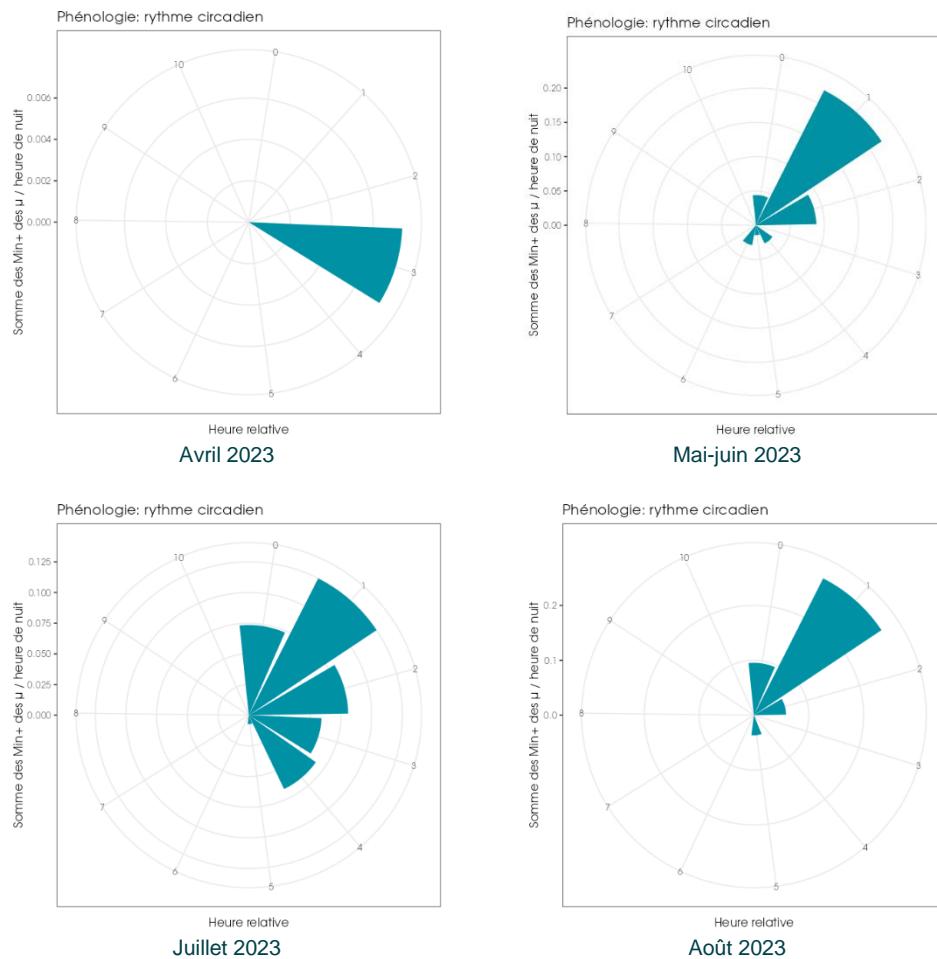


Figure 32 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

Si l'on s'attarde sur des périodes particulières, on remarque une hétérogénéité typique au fil des mois. Seul un motif est récurrent de mai à août, **le pic d'activité se concentre à h+1**.

Le nombre de nuits d'enregistrement en altitude (1) au cours du mois d'avril est très faible et non représentatif. On enregistre un seul son en cours de nuit (h+3). En mai et juin, l'activité suit le même motif avec un pic en début de nuit puis des « sursauts » en cours de nuit (h+4, h+6).

Au mois de juillet, en période estivale, et pic d'activité de la Pipistrelle commune, l'activité est soutenue de la tombée de la nuit à h+5.

Au mois d'août, pic d'activité de la Noctule commune, l'activité est essentiellement concentrée de la tombée de la nuit (voire même avant) à h+5.

**Comme indiqué précédemment, l'activité en altitude des chauves-souris** ne disparait pas totalement au cours de la nuit. En juillet, l'activité peut même être particulièrement soutenue une partie de la nuit.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

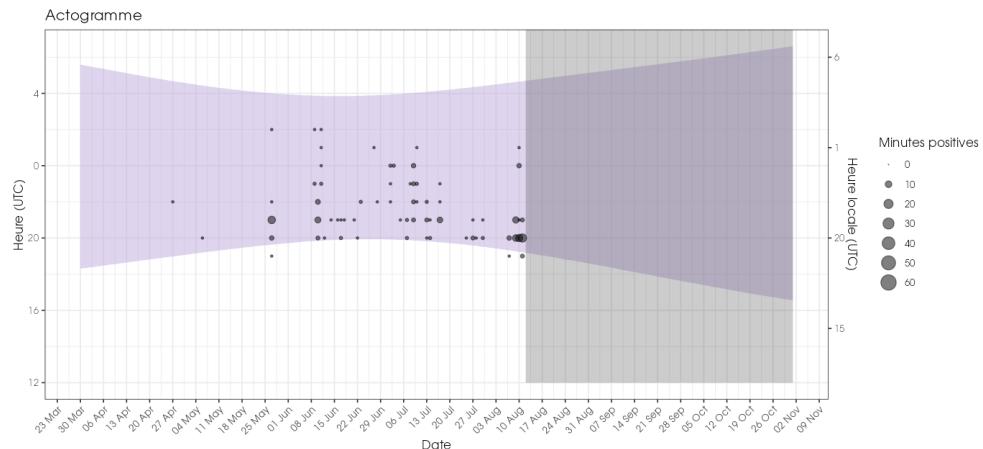


Figure 33 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

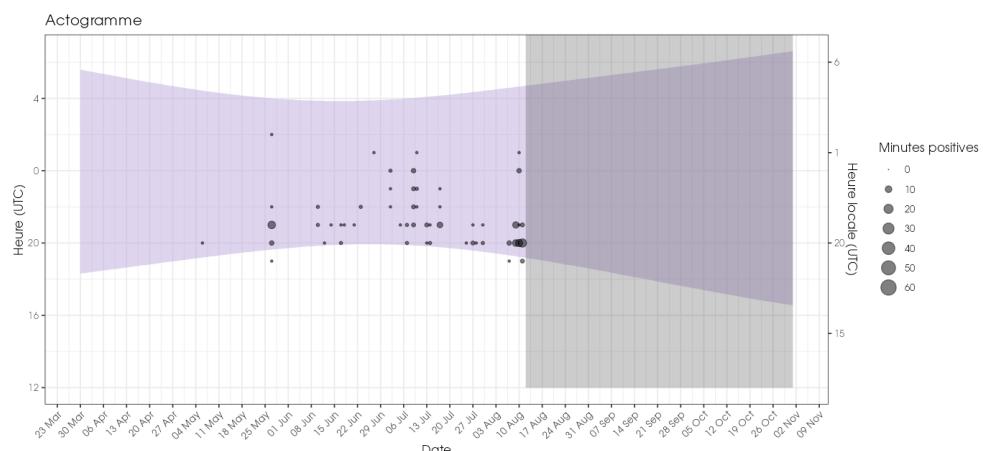


Figure 34 : Répartition des contacts du groupe des Noctules par nuit et par tranche horaire, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

Dans les actogrammes, la zone en violet correspond à la nuit. La zone grisée marque la période de panne du micro.

Note : 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.

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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 18 : Durées après le coucher du soleil durant lesquelles ont été collectées différents pourcentages des activités enregistrées, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

Espèce / groupe d'espèces	Durée après le coucher du soleil (en temps après le coucher du soleil) en-dessous de laquelle a été enregistrée les percentiles et quartiles de contacts cibles					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Ensemble des contacts (min. pos.)	1h30	2h14	3h27	4h05	5h00	6h19

L'ensemble des activités en altitude sur la période totale de l'étude, recensées 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 4h05 heures qui suivent le coucher du soleil ;
- 75 % de l'activité en altitude se concentre dans les 2h14 heures qui suivent le coucher du soleil ;
- 50 % de l'activité en altitude a été mesurée dans les 1h30 heures après le coucher du soleil.

### 2.5 Analyse de l'activité des chiroptères en altitude en fonction des paramètres météorologiques

Les chapitres suivants présentent des analyses des activités notées en hauteur 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 température et de la vitesse de vent par classe est la minute positive (nombre de minutes au cours desquelles il y a eu au moins un enregistrement de chauves-souris).

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

Au cours des périodes de suivi qui s'étend du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre 2023, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de vent, allant de 0,2 à 18,4 m/s.

L'échantillonnage est important pour les vitesses de vent comprises entre 2,5 et 12 m/s. En dehors de cette plage de vitesse de vent, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillons).

Le graphique ci-dessous dresse un bilan des vitesses de vent observées au niveau de l'éolienne E01 = conditions disponibles en bleu.

Les graphiques suivants présentent également la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction du vent (m/s) sur le site, obtenue au niveau de la nacelle (80 m) et durant les 133 nuits exploitables du suivi. Les résultats sont présentés sous deux graphiques différents montrant soit la densité des valeurs par classe de vent (fonction de densité – pdf) soit la répartition des valeurs inférieures ou égal à chaque classe de vent (fonction de répartition – cdf). La répartition de l'activité des chiroptères est représentée en rouge (conditions utilisées).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

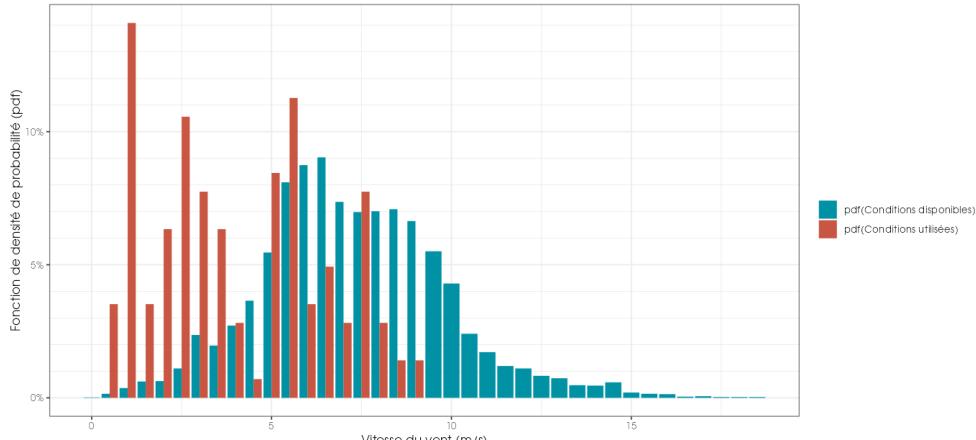


Figure 35 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

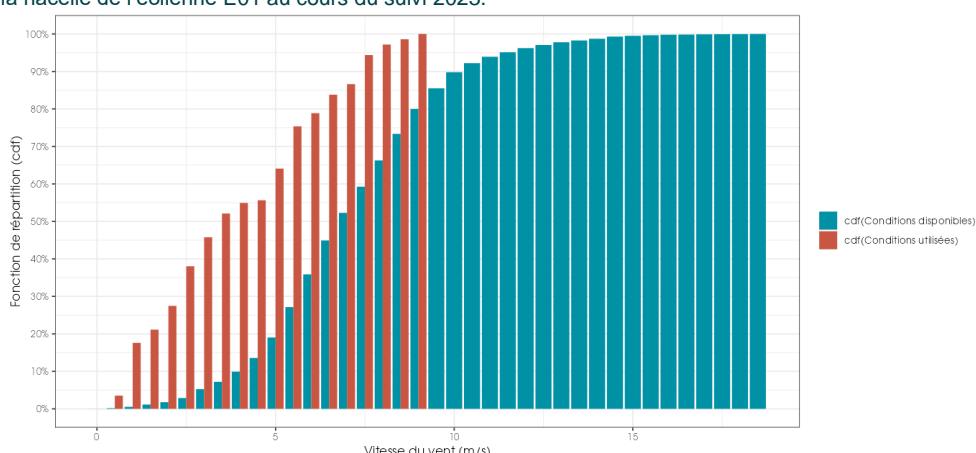


Figure 36 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la vitesse du vent (m/s) au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

Toutes espèces confondues, la proportion d'observations des chauves-souris en fonction du vent diminue sur le site à partir de 7,5 m/s et stoppe au-delà de 9 m/s.

### 2.5.2 Proportion des activités en fonction de la vitesse du vent

Le tableau ci-dessous liste les vitesses de vent au-dessous desquelles des proportions ciblées des contacts (toutes espèces confondues) ont été obtenues, pour l'ensemble obtenues à hauteur de nacelle.

Tableau 19 : Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des vitesses de vent en altitude.

Vitesse de vent (en m/s à 80 m) en-dessous de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts cibles						
Ensemble des min. pos.	50%	75%	85%	90%	95%	99%
	3,6 m/s	5,7 m/s	6,9 m/s	7,3 m/s	7,7 m/s	8,8 m/s

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 2.5.3 Bilan de l'activité en altitude en fonction de la vitesse du vent

L'ensemble des activités en altitude, recensées 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 a été mesurée à des vitesses de vent inférieures à 7,3 m/s ;
- 75 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures 5,7 m/s ;
- 50 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures à 3,6 m/s.

### 2.5.4 Activité en fonction de la température mesurée à 80 m

Au cours des périodes de suivi qui s'étend du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre 2023, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages de températures allant de 4,5 à 31,9°C.

L'échantillonnage est globalement important pour les températures comprises entre 8 et 27°C. En dehors de cette plage de températures, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillon).

Le graphique ci-dessous dresse un bilan des températures observées au niveau de la nacelle = conditions disponibles en bleu.

Les graphiques suivants présentent également la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction de la température sur le site, obtenue au-dessus au niveau de la nacelle (80 m) et durant 133 nuits exploitables du suivi. Les résultats sont présentés sous deux graphiques différents montrant soit la densité des valeurs par classe de température (fonction de densité – pdf) soit la répartition des valeurs inférieures ou égales à chaque classe de température (fonction de répartition – cdf). La répartition de l'activité des chiroptères est représentée en rouge (conditions utilisées).

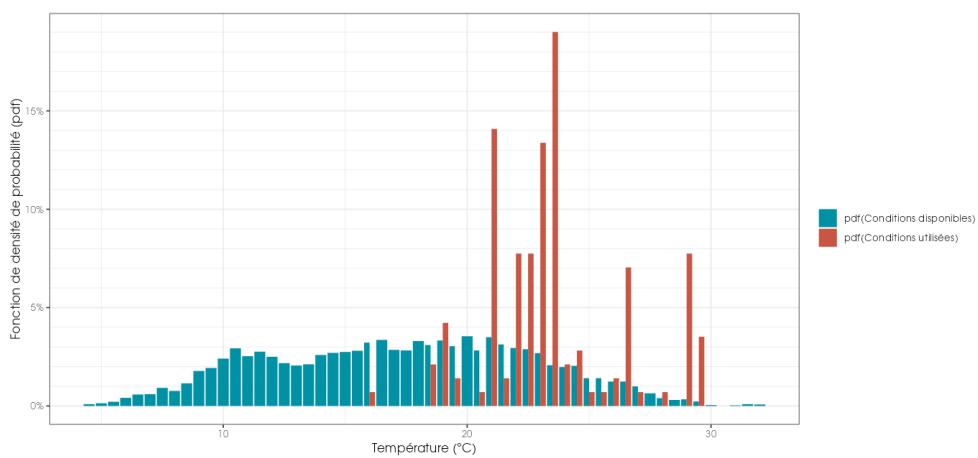
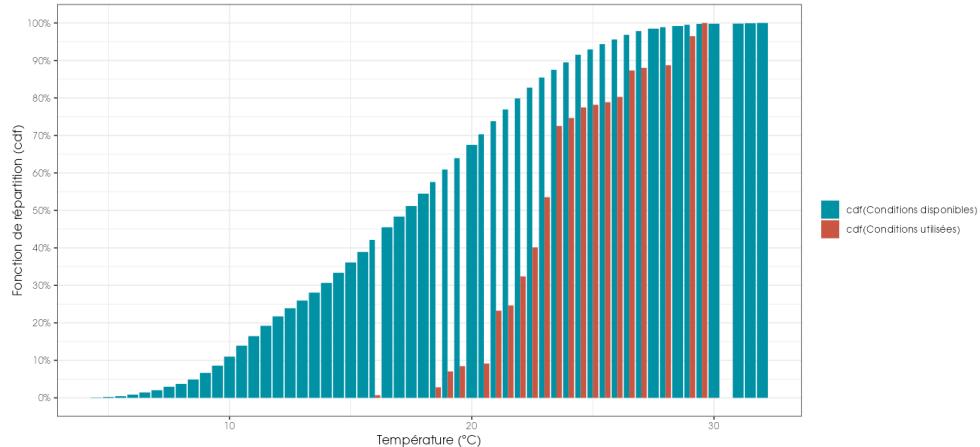


Figure 37 : Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C) au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

## 2 Synthèse et analyse des résultats



Les chauves-souris utilisent majoritairement les plages disponibles au-delà de 20°C (jusqu'à une température maximale de 29,5°C).

En dessous de 16°C et malgré l'importance de la disponibilité en plages temporelles, l'activité est nulle.

### 2.5.5 Proportion des activités en fonction de la température

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

Tableau 20 : Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des températures en altitude.

Température (en °C à 80 m) au-dessus de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts cibles						
Ensemble des min. pos.	50%	75%	85%	90%	95%	99%
	23°C	21,6°C	21,0°C	20,8°C	18,5°C	16°C

### 2.5.6 Bilan de l'activité en altitude en fonction de la température

L'ensemble des activités en altitude (au-dessus de la médiane), recensées pour chaque espèce en fonction de la température (à 80 m) permet de tirer les informations suivantes :

- 90 % de l'activité a été enregistrée à des températures supérieures à 20,8°C ;
- 75 % de l'activité a été enregistrée à des températures supérieures à 21,6°C ;
- 50 % de l'activité a été enregistrée à des températures supérieures à 23°C.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 2.6 Synthèse de l'écoute de l'activité des chiroptères en nacelle 2023

Pour la seconde année consécutive, ce suivi a permis de définir l'activité des chauves-souris en altitude et d'évaluer plus précisément les conditions favorables à l'activité.

Le suivi a constitué en 7 mois d'enregistrement (5 réellement suite à la panne du micro à partir du 12/08) des sons en altitude à l'aide d'un dispositif d'enregistrement automatique (SMBat) équipé d'un micro placé à 80 m au niveau de la nacelle de l'éolienne n°1 du parc éolien de Lion-en-Beauce.

On déplore une panne matérielle (non décelable à distance via le logger et apparue après la visite de maintenance) à partir du 12/08, portant le nombre de nuits exploitables à 133 sur 214 nuits de suivi.

Les enregistrements ont permis l'identification de 5 espèces et 2 groupes d'espèces. Il s'agit d'une diversité moyenne à cette altitude pour la région Centre-Val de Loire. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude et similaire à celle contactée en 2022 (contact avéré de Pipistrelle de Kuhl).

L'activité en altitude enregistrée durant cette période peut être considérée comme faible au regard d'autres sites suivis dans un rayon de 200 km autour du site.

L'analyse réalisée a montré que :

- Plusieurs espèces de hauts vols ont été identifiées sur le site : Noctule commune, Noctule de Leisler, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Nathusius ;
- Le peuplement est dominé par la Noctule commune (plus de 53 % des contacts), suivie de la Noctule de Leisler (jusqu'à 20 % des contacts) et de la Pipistrelle commune (jusqu'à 18 % des contacts). Le groupe Pipistrelle de Kuhl / Nathusius est plutôt anecdotique ;
- La phénologie annuelle est marquée par un pic d'activité début août, largement dominé par la Noctule commune et pouvant correspondre à la phase de dispersion des jeunes / début de la migration. La Pipistrelle commune montre un pic d'activité au mois de juillet, correspondant à la période d'élevage des jeunes ;
- Malgré la panne, et en se basant sur les résultats du suivi 2022, on peut supposer une activité significative en automne correspondant à la migration des espèces mais décroissant rapidement en septembre pour quasiment disparaître dès octobre. L'activité printanière semble moindre ou plus diffuse dans le temps et/ou l'espace ;
- La phénologie journalière montre une activité intense entre la tombée de la nuit et jusqu'à 2 heures après. On remarque même que les Noctules sont actives avant même la tombée de la nuit, notamment en période de migration printanière et automnale ;
- L'activité ne disparaît jamais complètement au cours de la nuit, on relève des sursauts selon les saisons et même une activité qui se maintient à un niveau significatif jusqu'à h+4 au mois de juillet.

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le site de Lion-en-Beauce et des activités de chiroptères associés, il ressort que l'utilisation du site par les chauves-souris (en bleu sur la Figure 40) est majoritaire dans des gammes de température comprise entre 20°C à 30°C et de vitesse de vent comprises entre 0 et 7,5 m/s.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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

- 100 % des contacts ont été enregistrés à des vitesses de vent inférieures ou égales à 9,1 m/s ;
- Moins de 1 % des contacts a été enregistré au-dessus de 8,8 m/s ;
- 90 % de l'activité a été enregistré à des vitesses de vent inférieures ou égales à 7,3 m/s.

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

- 100 % des contacts ont lieu à des températures comprises entre 16°C et 29,6°C ;
- Moins de 3 % des contacts a été enregistré en dessous de 18,3°C ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des températures supérieures à 20,8°C.

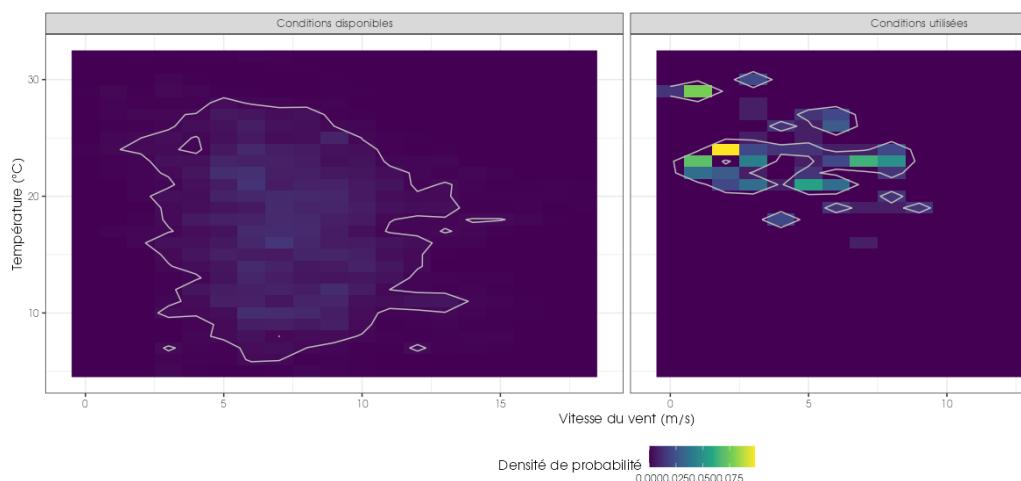


Figure 39 : Météo enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météo utilisées par les chauves-souris à droite (l'enveloppe délimite 90 % la proportion de point demandée).

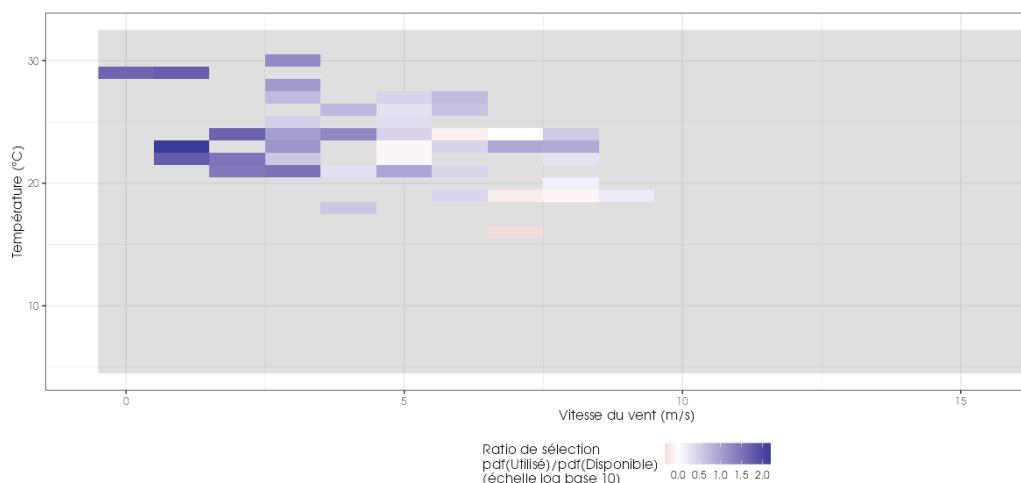


Figure 40 : Bilan sur les conditions météo sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : température et vitesse du vent).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 3 Facteurs d'impact

#### 3.1 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 2023.

Tableau 21 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité 2023.

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité en 2023	Analyse comparative
<b>Oiseaux</b>					
Alouette des champs	Nicheur Alimentation	X	Effectif : information non disponible	3 individus	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	1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Busard des roseaux		X	1 individu en migration prénuptiale	-	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

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, Qédrinème criard, Busard Saint-Martin, Buse variable, Epervier d'Europe, Pluvier doré, Faucon émerillon, Goéland argenté, Goéland brun).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité en 2023	Analyse comparative
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
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	-	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	1 individu	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 leucophée	Alimentation		Utilise le site	-	Espèce contactée lors des

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité en 2023	Analyse comparative
			pour l'alimentation		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	-	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
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	1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité en 2023	Analyse comparative
			période de reproduction		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	1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pigeon ramier	Alimentation	X	Effectif : information non disponible	-	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	2 individus	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
Tadorne 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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial		Nombre de cas de mortalité en 2023	Analyse comparative
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
Verdier d'Europe		X	Effectif : information non disponible		-	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
<b>Chiroptères</b>						
Grand murin			Espèce contactée à deux reprises		-	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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité en 2023	Analyse comparative
Noctule de Leisler			Espèce contactée à 10 reprises (troisième espèce la plus contactée à 80 m de hauteur)	3 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 11329 reprises (seconde espèce la plus contactée à 80 m de hauteur)	2 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pipistrelle de Kuhl			Espèce contactée à 330 reprises (sixième espèce la plus contactée à 80 m de hauteur)	2 individus	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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Espèces	Nidification	Migration et/ou hivernage	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité en 2023	Analyse comparative
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 2023, une de ces dix espèces patrimoniales identifiées a été retrouvée : le Faucon crécerelle (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. C'est le cas notamment de l'Alouette des champs retrouvée lors du suivi mortalité en 2023.

On notera enfin que le Roitelet à triple bandeau retrouvé à deux reprises lors du suivi mortalité 2023 n'avait pas été identifié 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 enregistrement en altitude à 80 m sur un mât de mesures. Ainsi, les trois 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), Pipistrelle de Kuhl (risque de collision/barotraumatisme faible en été) 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 et de Kuhl sachant que nous sommes sur un modèle d'éolienne avec une garde basse (23 m).

### 3.2 Analyse croisée entre les suivis mortalités de 2022 et 2023

2023 correspond à la deuxième année de suivi du parc éolien de Lion-en-Beauce.

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 des suivis mortalités de 2022 et 2023.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 22 : Croisement des informations sur les espèces impactées issues des 2 années de suivis mortalités (2022 à 2023).

	En 2022	En 2023
<b>Oiseaux impactés</b>		
<b>Roitelet à triple bandeau</b>	2 individus	2 individus
Pigeon biset domestique	-	1 individu
Faucon crécerelle	-	1 individu
Bruant proyer	-	1 individu
Buse variable	2 individus	-
<b>Alouette des champs</b>	3 individus	3 individus
Bergeronnette grise	-	1 individu
Etourneau sansonnet	4 individus	-
Perdrix grise	-	1 individu
Faisan de Colchide	-	1 individu
Goéland leucophée	1 individu	-
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>11</b>
<b>Chiroptères impactés</b>		
Noctule de Leisler	-	3 individus
<b>Pipistrelle commune</b>	9 individus	2 individus
Noctule commune	2 individus	-
<b>Pipistrelle de Kuhl</b>	2 individus	2 individus
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>7</b>
<b>En bleu, les espèces retrouvées lors des 2 années de suivi de la mortalité sur le parc de Lion-en-Beauce</b>		

Tableau 23 : Croisement des informations sur l'estimation de la mortalité issues des deux années de suivi mortalité (2022 à 2023).

	En 2022		En 2023	
Nombre total d'espèces impactées (Toutes espèces confondues)	Oiseaux	Chauves-souris	Oiseaux	Chauves-souris
	12	13	11	7
Huso (2010)	53	60	51	32
ERICKSON et al. (2000)	57	58	48	29
KORNER-NIEVERGELT et al. (2011)	69	81	67	44
Mesure de bridage en cours lors du suivi	Oui : - du 15 juillet au 31 octobre ; - par des températures supérieures à 13°C ;		Oui : - du 1 <sup>er</sup> mai au 31 octobre ; - par des températures supérieures à 13°C ;	

## 2 Synthèse et analyse des résultats

	En 2022	En 2023
	<ul style="list-style-type: none"><li>- par des vitesses de vent inférieures à 6 m/s à hauteur de nacelle ;</li><li>- de 30 min avant le coucher jusqu'à 2h du matin.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- par des vitesses de vent inférieures à 6,5 m/s à hauteur de nacelle ;</li><li>- de 30 min avant le coucher jusqu'au lever du soleil.</li></ul>

Entre 2022 et 2023, on constate que le nombre d'oiseaux impactés par les éoliennes sur le parc de Lion-en-Beauce reste important (12 en 2022 et 11 en 2023). En revanche, pour les chiroptères, on remarque une diminution importante (13 en 2022 et 7 en 2023). La météo, le vent, la hauteur de vol en migration, la modification des secteurs de migration, le bridage mis en place sont autant d'hypothèses pouvant expliquer cette disparité. On rappellera également que la durée des suivis diffère d'une année sur l'autre (161 jours en 2022 et 202 jours en 2023).

Pour les oiseaux, 5 espèces sont impactées en 2022 et 8 en 2023. L'Etourneau sansonnet est l'espèce la plus impactée par les éoliennes en 2022 (4 individus) alors qu'en 2023, c'est l'Alouette des champs qui est l'espèce la plus impactée avec 3 individus. Au cumul des deux années de suivi, l'Alouette des champs est l'espèce la plus impactée.

Pour les chiroptères, 3 espèces sont impactées en 2022 et de nouveau 3 espèces en 2023. On remarque que chaque année, des individus de Pipistrelle commune sont trouvés ; il s'agit de l'espèce la plus impactée au cumul des deux années de suivi.

### 3.3 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 du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre 2023 à une altitude de 80 m. Le nombre de nuits d'enregistrement des activités de chiroptères à hauteur de nacelle est de 133 nuits exploitables. Une panne matérielle n'a pas permis d'enregistrer des sons exploitables du 12/08 au 31/10/2023.

On notera par ailleurs que le système de bridage du parc entre le 1<sup>er</sup> mai et le 31 octobre 2023 a également rencontré quelques dysfonctionnements.

Le suivi de mortalité a permis de découvrir 7 individus de 3 espèces : Noctule de Leisler (3 individus), Pipistrelle commune (2 individus) et Pipistrelle de Kuhl (2 individus). 3 individus ont été collectés au pied de l'éolienne E01.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Parc éolien de Lion-en-Beauce,  
commune de Lion-en-Beauce  
(45)  
SAS LHI SolarWind WP Lion  
2570  
mars 2024

### 3.3.1 Comparaison de la phénologie entre suivis mortalité et acoustique

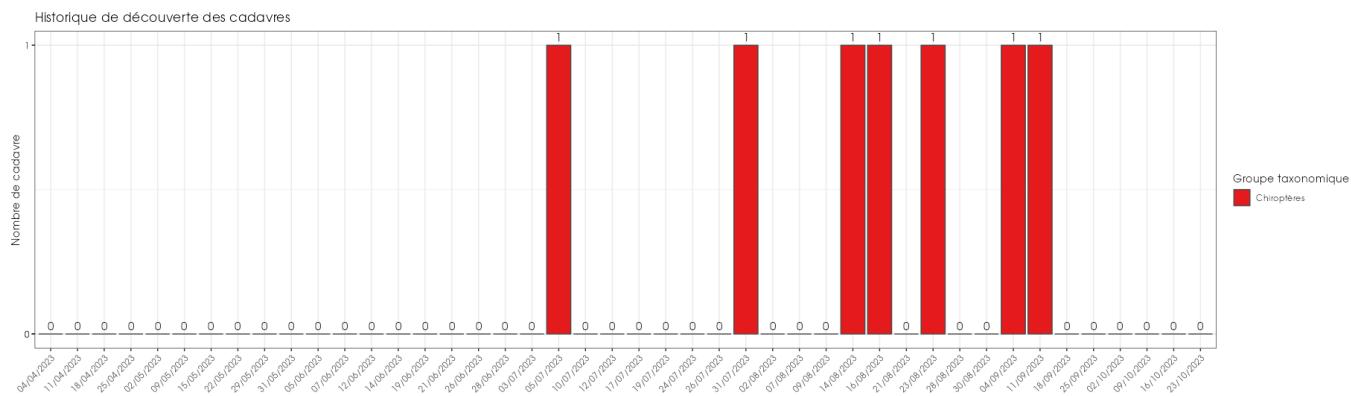


Figure 41 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Lion-en-Beauce en 2023.

Le nombre global de cadavres de chiroptères découverts durant le suivi de mortalité est modéré ( $n=7$ ). Les cadavres ont été recensés entre le 5 juillet et le 11 septembre 2023 avec 2 pics de mortalité : la seconde quinzaine d'août (3 individus) et la première quinzaine de septembre (2 individus).

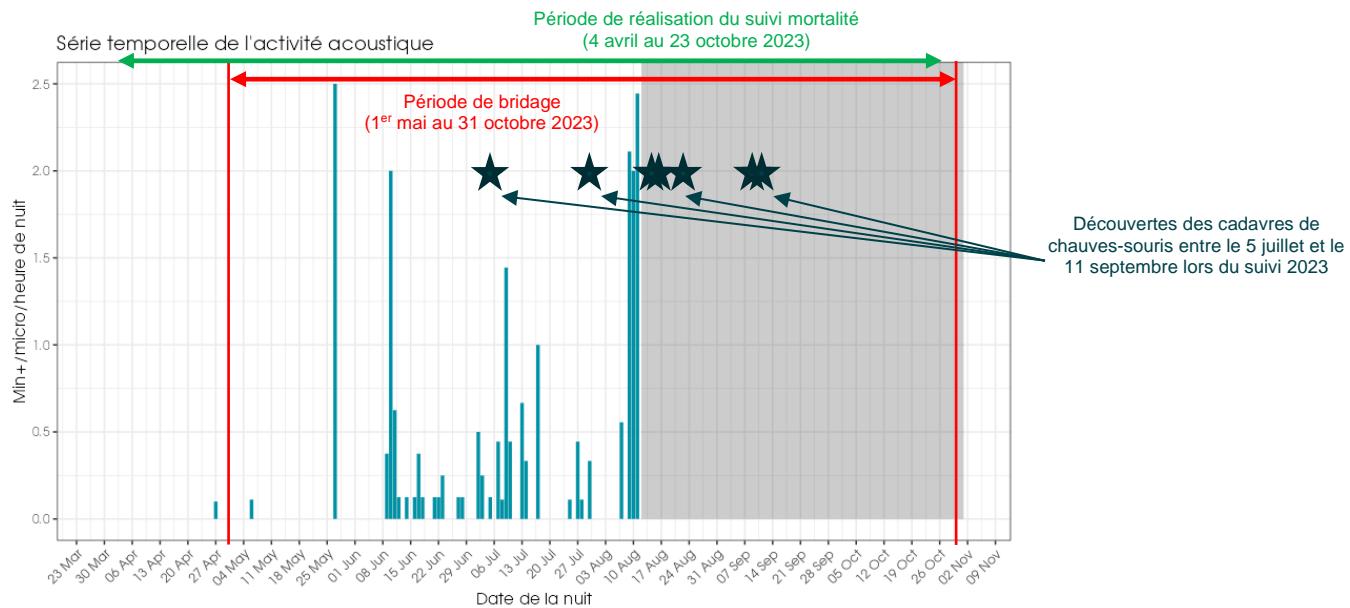


Figure 42 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

Pour le suivi de l'activité acoustique, on remarque une activité principalement centrée sur le mois d'août, essentiellement marqué par la Noctule commune. Ce pic d'activité doit probablement décroître progressivement sur septembre et octobre, en lien avec la migration automnale. Ponctuellement, des pics d'activités acoustiques fin-mai et courant juillet ont été enregistrés.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

La phénologie des découvertes de cadavres et celle de l'activité acoustique semble concorder. Malgré la panne matérielle, il est considéré, sur la base du suivi 2022 et des observations de 2023, que l'activité en altitude culmine fin août et se maintient jusque fin septembre à un niveau important.

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

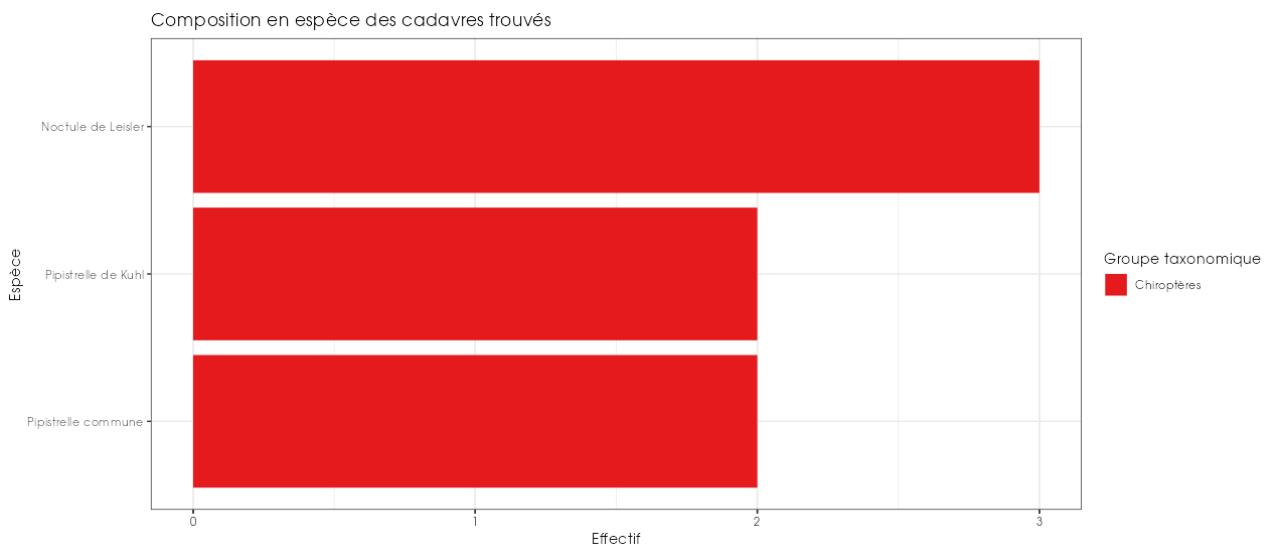


Figure 43 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023.

Pour le suivi de mortalité, les observations ont principalement concerné la Noctule de Leisler (n=3) en juillet et septembre, la Pipistrelle commune (n=2) et la Pipistrelle de Kuhl (n=2).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

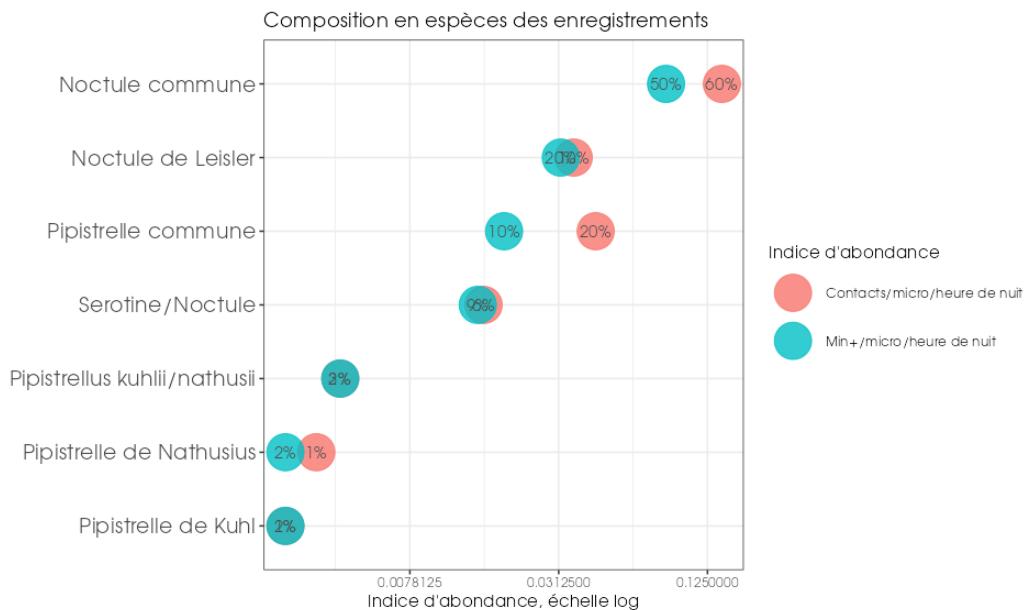


Figure 44 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

Au cours du suivi acoustique, les espèces les plus fréquemment contactées sont la Noctule commune (plus de 53 % des contacts), suivie de la Noctule de Leisler (jusqu'à 20 % des contacts) et de la Pipistrelle commune (jusqu'à 18% des contacts). Le groupe Sérotine commune / Noctule représente 6 à 9 % des contacts et le groupe Pipistrelle de Kuhl / Nathusius au sens large est plutôt anecdotique.

On observe un léger décalage entre les résultats du suivi en altitude et le suivi mortalité.

Ainsi, la principale espèce découverte dans le cadre du suivi mortalité, la Noctule de Leisler (n=3), est bien présente en altitude. Il en est de même pour la Pipistrelle commune (n=2).

A contrario, la Pipistrelle de Kuhl (n=2) semblait anecdotique en altitude. Pour cette espèce, la panne matérielle peut expliquer une sous-estimation après le 12/08 (1 cadavre relevé le 16/08). Il est probable que la garde au sol basse impacte des individus volant à faible altitude, non pris en compte dans ce suivi acoustique.

Enfin, la Noctule commune, dominant le peuplement en altitude n'a pas été observé lors du suivi mortalité.

### 3.3.3 Phénologie des contacts pour les espèces retrouvées lors du suivi mortalité

Pour les 3 espèces de chiroptères découvertes au cours du suivi de mortalité, l'activité acoustique en altitude a été très différente.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

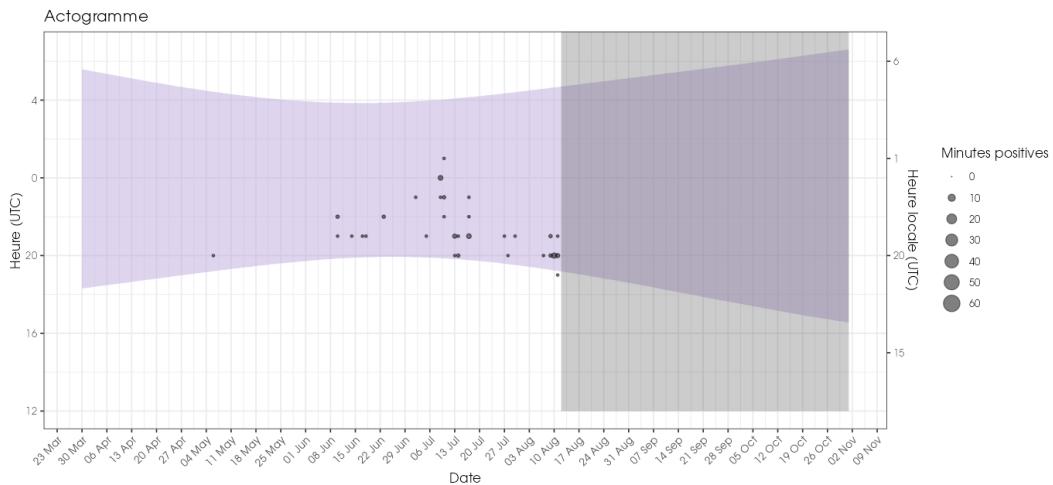


Figure 45 : Actogramme de la Noctule de Leisler (et groupe Sérotine commune / Noctules) au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

*La nuit est représentée par la bande longitudinale mauve (délimitée par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris (panne matérielle).*

Pour la Noctule de Leisler, l'activité principalement concentrée entre juillet et août (on suppose qu'elle se maintient en septembre), avec une phénologie horaire plutôt diffuse en juillet et concentrée en début de nuit en août.

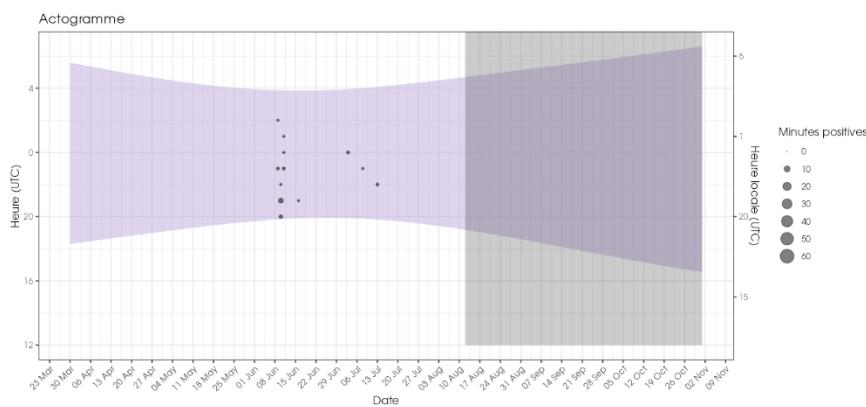


Figure 46 : Actogramme de la Pipistrelle commune au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

*La nuit est représentée par la bande longitudinale mauve (délimitée par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris (panne matérielle).*

Pour la Pipistrelle commune, l'activité semble concentrée en juin et très anecdotique en juillet, confortant le schéma observé en 2022. Néanmoins, l'espèce est active en août (panne matérielle) comme le confirme le suivi en altitude 2022 et la découverte des 2 cadavres (14 & 23/08/2023).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

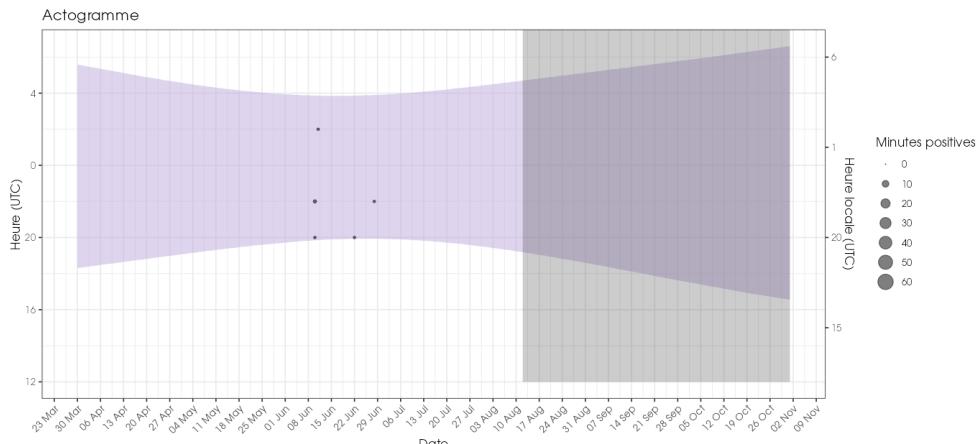


Figure 47 : Actogramme de la Pipistrelle de Kuhl (et groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius) au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023.

La nuit est représentée par la bande longitudinale mauve (délimitée par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris (panne matérielle).

La pipistrelle de Kuhl - et groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius – semble anecdotique en altitude avec quelques contacts courant juin (1 cadavre le 05/07/2023). Le suivi en altitude 2022 et le suivi mortalité 2023 montre que l'activité se maintient en août et septembre.

Le bilan de la phénologie des découvertes de cadavres est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 24 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces.

Date	05/07	31/07	14/08	16/08	23/08	04/09	11/09	Total général
Bridge fonctionnel	Non	Oui	Partiel (fonctionnel qu'en début de nuit, plus de bridage après minuit jusqu'au lever du jour)		Oui	Oui		
Noctule de Leisler		1				1	1	3
Pipistrelle commune			1		1			2
Pipistrelle de Kuhl	1			1				2
<b>Total général</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7</b>

### 3.3.4 Bilan du croisement des informations des deux suivis mortalité/acoustique

Les espèces découvertes durant le suivi de mortalité correspondent aux principales espèces identifiées durant le suivi acoustique avec toutefois un léger décalage.

Ainsi, aucun cadavre de Noctule commune, l'espèce la plus souvent contactée en altitude, n'a été observé alors que la Pipistrelle de Kuhl, anecdotique lors du suivi acoustique en altitude, a été recensée à 2 reprises lors du suivi mortalité.

Il est probable que d'une part la garde au sol basse constitue un facteur aggravant impactant les individus volant à faible altitude, non pris en compte dans la présente étude acoustique en altitude. Mais d'autre part, le bridage non fonctionnel sur certaines périodes entre le 1<sup>er</sup> mai et le 31 octobre peut également expliquer ce résultat.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

La Noctule de Leisler et la Pipistrelle commune, bien présentes en altitude (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> place en termes d'abondance) sont également bien représentées dans le suivi de mortalité (respectivement 3 et 2 cadavres).

Au niveau phénologie, la découverte des cadavres correspond essentiellement à la période critique de dispersion/migration automnale de mi-août à fin-septembre. On recense néanmoins 2 cas de mortalité en juillet.

Sur les 7 chiroptères retrouvés durant le suivi de mortalité, 3 ont été retrouvés au niveau de l'éolienne E01 équipée de l'enregistreur automatisé, ce qui conforte le croisement des informations.

**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) présente une limite d'interprétation par un biais de représentativité de l'activité locale, accentuée par la panne matérielle survenue le 12/08. Cette analyse comparative est avant tout une interprétation visuelle qui permet de mettre en avant des points de convergence/divergence.

### 3.4 Comparaison interannuelle des effets du parc sur la faune volante et évaluation de la mesure de bridage

Le protocole national préconise un suivi entre les semaines 20 à 43 afin d'englober les principales périodes à risque pour l'avifaune et les chiroptères. Le suivi 2022 avait respecté ces préconisations (du 18 mai au 26 octobre 2023). Pour l'année 2023, le suivi mortalité a été effectué sur une période plus large, du 4 avril (semaine 14) au 23 octobre (semaine 43). Afin de pouvoir comparer les estimations de mortalité entre les années 2022 et 2023, nous avons sélectionné les données d'occupation des sols et de mortalité correspondant uniquement à la période commune aux deux années soit des semaines 20 à 43 ; l'objectif étant d'avoir une méthodologie comparable entre chaque année permettant ainsi d'apporter des conclusions plus fiables. Par ailleurs, pour simplifier la lecture et pouvoir mieux comparer les résultats, seul le test d'Huso a été conservé.

Ainsi, pour les années 2022 et 2023, les estimations de mortalité ont été recalculés sur la période commune de suivi soit de S20 à S43 en prenant en compte le coefficient de persistance calculé pour l'année 2023 (synthétisant les données des années 2022 et 2023) et le coefficient d'efficacité de recherche 2023 (synthétisant les données des années 2022 et 2023). Seuls diffèrent entre les années la mortalité brute, et le coefficient correcteur de surface.

On notera par ailleurs qu'il convient de rester vigilant sur les conclusions de cette comparaison interannuelle et notamment sur l'évaluation de la mesure de bridage au regard de deux biais survenus lors du suivi 2023. En effet, d'une part, comme évoqué déjà dans ce rapport, lors des écoutes en altitude pour enregistrer l'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle, une panne du micro est survenue à partir du 12 août 2023. Il en résulte qu'aucun son exploitable n'a pu être analysé sur la période 12 août-31 octobre. L'analyse de ces écoutes est donc biaisée sur cette fin de suivi 2023.

D'autre part, le bridage non fonctionnel ou non adapté sur certaines périodes lors de la durée de bridage effective du 1<sup>er</sup> mai au 31 octobre peut également avoir une incidence dans les conclusions de ce rapport. Ainsi, la mortalité constatée pour certains cadavres de chauves-souris (4 cadavres sur les 7 retrouvés) peut-être le résultat de l'absence du bridage et non du mauvais paramétrage de celui-ci.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

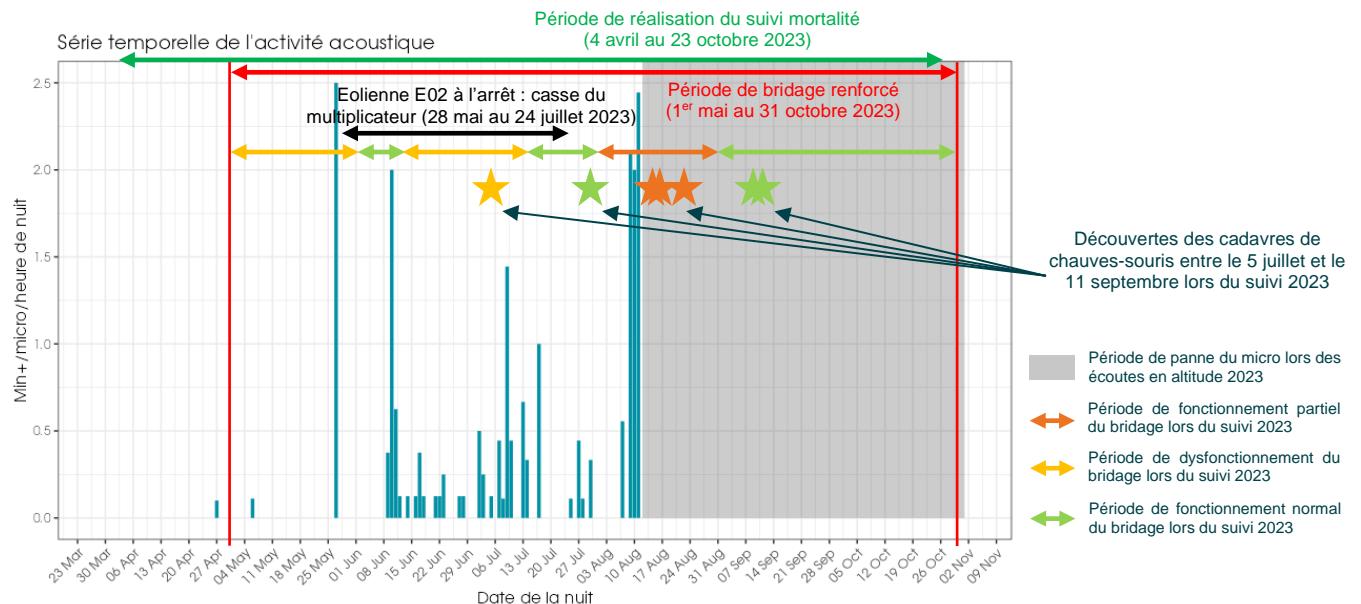


Figure 48 : Résumé des dysfonctionnements rencontrés lors du suivi ICPE 2023 en fonction de l'activité journalière moyenne par heure des chauves-souris, toutes espèces confondues, au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 au cours du suivi 2023 et des découvertes de cadavres de chauves-souris.

### 3.4.1 Comparaison des résultats bruts de la mortalité pour les chiroptères et les oiseaux entre 2022 et 2023

Pour le suivi 2023, nous avons comparé les données de la mortalité brute de 2023 avec celles du suivi de 2022 sur la même période de suivi, c'est-à-dire des semaines 20 à 43. Deux individus d'oiseaux trouvés lors du suivi 2023 avant cette semaine S20 ont donc été retirés soit 9 individus au final au lieu de 11. On constate une diminution globale du nombre de cadavre d'une année sur l'autre.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

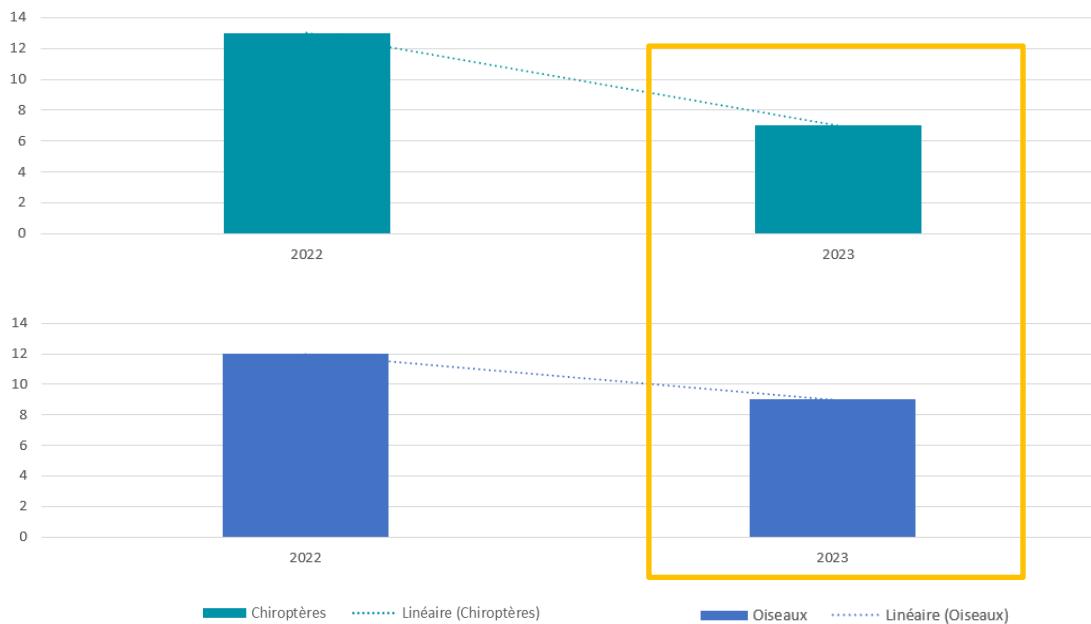


Figure 49 : Evolution de la mortalité observée au cours des 2 années de suivi (2022 et 2023) (suivis effectués sur l'ensemble de la période préconisée par le protocole).

*(Le rectangle orange correspond à la mise en place d'un bridage renforcé sur le parc suite aux résultats obtenus lors du premier suivi mortalité de 2022 (bridage effectif à partir du 01/06/2023).*

On constate que la mortalité brute a tendance à décroître au fil des années concernant les deux groupes suivis. Néanmoins, ces résultats ne se basent que sur deux années de suivis, il convient donc de les relativiser. A signaler que pour les chiroptères, cette tendance est comparable avec l'activité des chauves-souris enregistrée à hauteur de nacelle : celle-ci étant plus importante en 2022 qu'en 2023 d'où un nombre de cadavres retrouvés en 2023 moindre par rapport à 2022. Il convient toutefois de relativiser ce résultat au regard de la panne du micro survenue à partir du 12/08.

### 3.4.2 Comparaison des estimations de mortalité pour les chiroptères sur la période commune de suivi (mai - octobre)

Pour rappel, l'analyse des estimations de mortalité pour les deux années a été faite sur la période commune aux deux années (S20 à S43) et ne prend pas en compte les observations réalisées lors du premier passage de chaque année de suivi (correspondant à l'état zéro du suivi) soit trois individus de chiroptères en 2022.

#### ➤ 2022

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est d'environ 60 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 19 individus au minimum et de 148 individus au maximum pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 25 : 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 2022.

Estimateurs	E01	E02	E03	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	5	2	3	10
Huso (2010) [IC 95%]	30 [ 11 ; 58 ]	12 [ 2 ; 41 ]	18 [ 6 ; 49 ]	60

### ➤ 2023

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est d'environ 27 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 10 individus au minimum et de 78 individus au maximum pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

Tableau 26 : 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 2023.

Estimateurs	E01	E02	E03	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	3	1	3	7
Huso (2010) [IC 95%]	13 [ 5 ; 33 ]	3 [ 1 ; 17 ]	11 [ 4 ; 28 ]	27

### ➤ Comparaison 2022 et 2023 entre les semaines 20 et 43

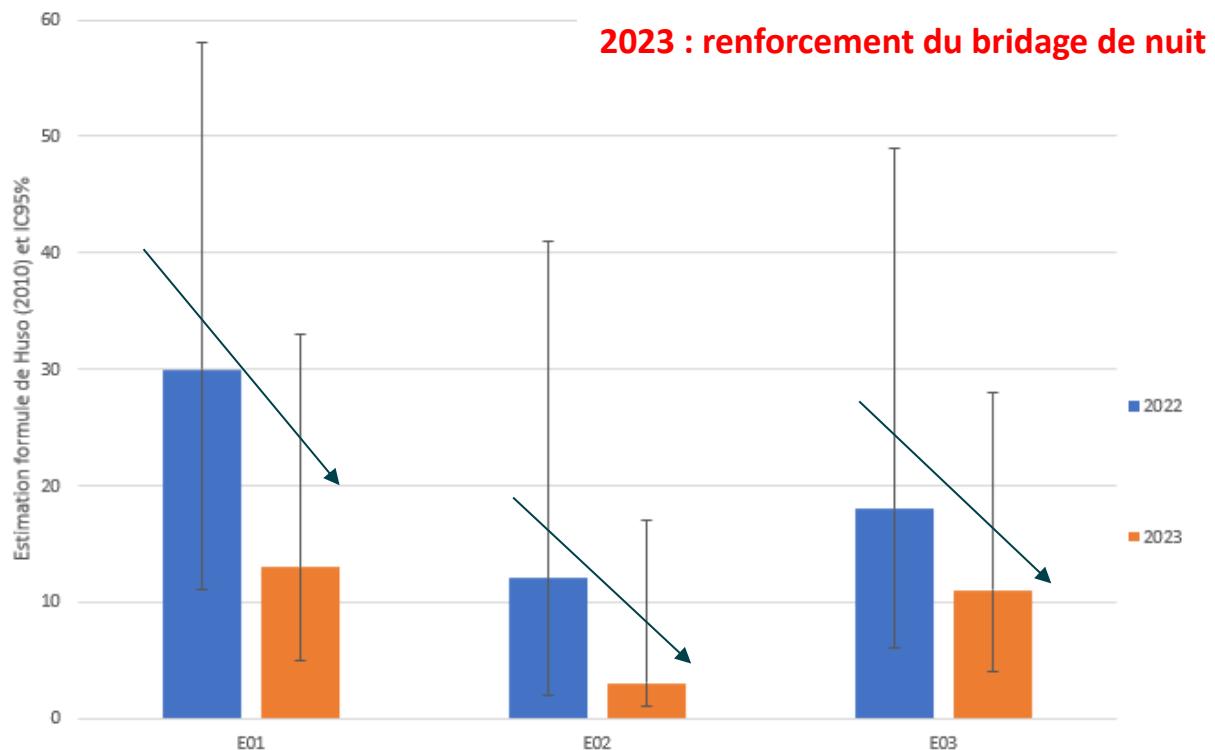


Figure 50 : Evolution de la mortalité la plus probable (suivant la méthode d'Huso) sur le parc de Lion-en-Beauce pour 2022 et 2023 pour les chiroptères.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

En considérant l'évolution des probabilités globales de détection dans le temps (probabilités de détection stables de 2022 à 2023), les variations observées entre 2022 et 2023 ne semblent pas significatives.

Cette analyse ne se basant que sur deux années de suivi, il est difficile d'évaluer précisément l'évolution de la mortalité des chiroptères sur le parc, de nombreux facteurs pouvant être pris en compte tels que la météo ou l'activité des éoliennes. **On peut toutefois noter une baisse significative de l'estimation de la mortalité des chiroptères entre 2022 et 2023 au niveau de toutes les éoliennes du parc.**

### 3.4.3 Comparaison des estimations de mortalité pour les oiseaux sur la période commune de suivi (mai - octobre)

Pour rappel, l'analyse des estimations de mortalité pour les deux années a été faite sur la période commune aux deux années (S20 à S43) et ne prend pas en compte les observations réalisées lors du premier passage de chaque année de suivi (correspondant à l'état zéro du suivi) soit trois individus d'oiseaux en 2022.

#### ➤ 2022

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est d'environ 53 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 24 individus au minimum et de 140 individus au maximum pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude importante.

Tableau 27 : 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 2022.

Estimateurs	E01	E02	E03	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	2	0	7	9
Huso (2010) [IC 95%]	105 [ 3 ; 35 ]	0 [ 0 ; 20 ]	43 [ 21 ; 85 ]	53

#### ➤ 2023

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est d'environ 11 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 2 individus au minimum et de 85 individus au maximum pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude importante

Tableau 28 : 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 2023.

Estimateurs	E01	E02	E03	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	5	1	3	9
Huso (2010) [IC 95%]	24 [ 9 ; 45 ]	3 [ 1 ; 16 ]	11 [ 4 ; 28 ]	38

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### ➤ Comparaison 2022 à 2023 entre les semaines 20 et 43

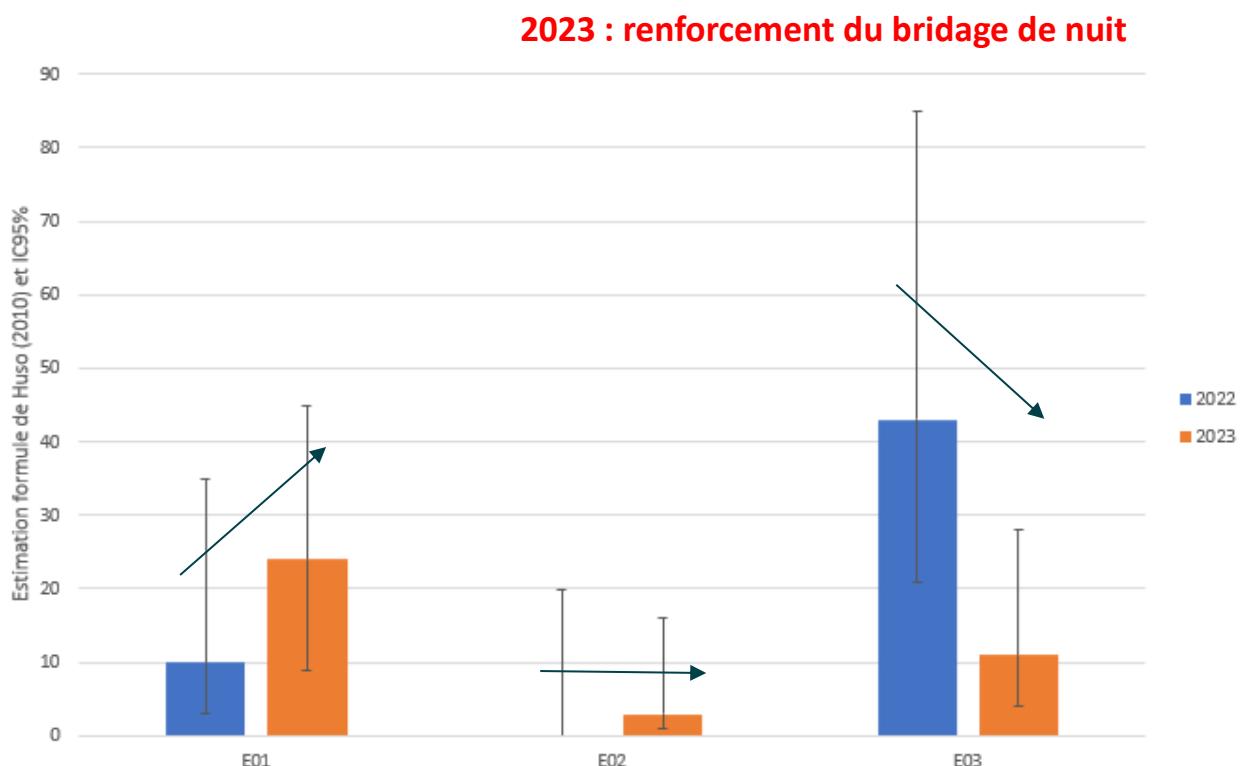


Figure 51 : Evolution de la mortalité la plus probable (suivant la méthode d'Huso) sur le parc de Lion-en-Beauce de 2022 à 2023 pour les oiseaux.

En considérant l'évolution des probabilités globales de détection dans le temps (probabilités de détection stables de 2022 à 2023), les variations observées entre 2022 et 2023 ne semblent pas significatives.

Cette analyse ne se basant que sur deux années de suivi, il est difficile d'évaluer précisément l'évolution de la mortalité des oiseaux sur le parc, de nombreux facteurs pouvant être pris en compte tels que la météo ou l'activité des éoliennes. On peut toutefois noter une variation importante de l'évolution de la mortalité d'une éolienne à l'autre.

#### 3.4.4 Conclusion sur l'effet du renforcement de la mesure de bridage préconisée en 2022

Si l'on regarde la mortalité brute des chiroptères, nous sommes sur des effectifs observés, sur la période S20 à S43, allant de 13 à 7 individus au total selon les années de suivis. Les effectifs impactés sont estimés au minimum (IC 95 %) pour le parc entre 19 (avant la mise en place du bridage renforcé) et 10 individus (après la mise en place du bridage renforcé) (années 2022 et 2023) ; soit une mortalité moyenne estimée entre 6,3 individus par éolienne avant la mise en place du bridage renforcé et 3,3 individus par éolienne après la mise en place du bridage renforcé sur la période S20-S43.

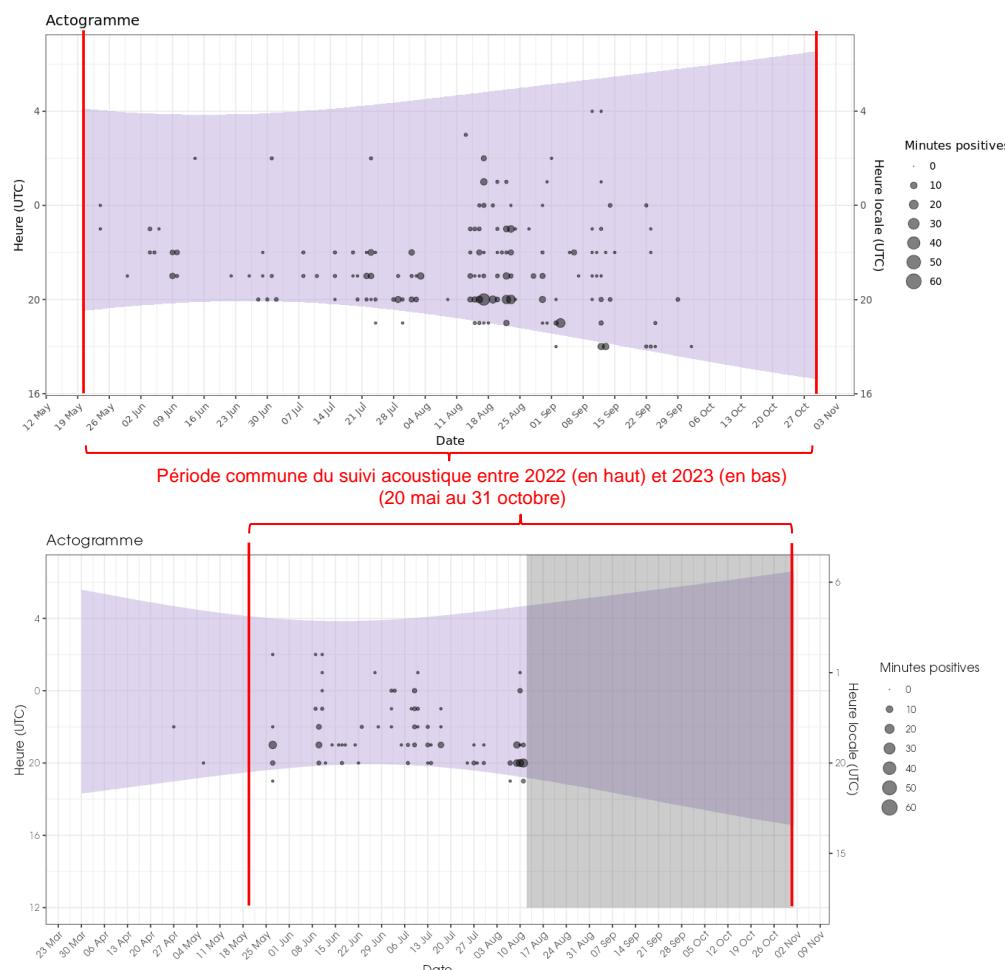
Au regard de ces chiffres, il semble que le bridage est un effet positif sur le groupe des chiroptères. Ces résultats sont donc encourageants.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

On notera par ailleurs, qu'aucune espèce menacée n'a été retrouvée aux pieds des éoliennes lors du suivi 2023 sur le parc de Lion-en-Beauce contrairement à 2022 où deux Noctules communes avaient été retrouvées.

Enfin, on notera cependant que les effectifs estimés de mortalité pour les chauves-souris en 2023 (entre 9,7 et 14,7 chauves-souris par éolienne sur la période de suivi) sont légèrement au-dessus des données que l'on peut retrouver dans la bibliographie (environ 10 chauves-souris/éolienne/an). Avant le renforcement du bridage, cette estimation était comprise entre 15 et 23,3 chiroptères/éolienne lors du suivi réalisé en 2022.

Cette diminution de la mortalité brute ainsi que des estimations de mortalité entre 2022 et 2023 est à mettre en lien avec le renforcement du bridage entre 2022 et 2023. En effet, on observe que l'activité des chauves-souris enregistrées à hauteur de nacelle en 2023 par rapport à 2022 semble relativement similaire malgré l'absence de données à partir du 12 août pour l'année 2023 (panne micro) (cf. figures ci-dessous).



*La nuit est représentée par la bande longitudinale mauve (délimitée par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris (panne matérielle).*

Figure 52 : Mise en évidence de la variation interannuelle de l'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle au niveau du parc éolien de Lion-en-Beauce entre 2022 et 2023 sur la même période d'enregistrement 20 mai - 31 octobre.

**Le renforcement du bridage entre 2022 et 2023 semble donc avoir un effet bénéfique sur groupe des chauves-souris.**

## 2 Synthèse et analyse des résultats

## 4 Mesures correctives

### 4.1 Renforcement du bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique

Le renforcement du bridage en 2023 (asservissement avancé du 15 juillet au 1<sup>er</sup> mai, seuil de vent passant de 6 à 6,5 m/s et bridage sur des nuits complètes) a permis de significativement réduire la mortalité des chiroptères au printemps (3 Pipistrelles communes et 1 Pipistrelle de Kuhl en mai 2022 contre 0 individu en mai 2023). Cependant, la mortalité en fin d'été/début d'automne reste notable avec 5 cadavres entre le 14/08 et le 11/09/2023.

Tableau 29 : Evaluation du bridage recommandé par l'arrêté d'autorisation du parc de Lion-en-Beauce (2019).

Evaluation du bridage recommandé par l'arrêté d'autorisation du parc de Lion-en-Beauce (2019)	
Période de mise en service du bridage	Du 15 juillet au 31 octobre
Seuil de température	Par des températures supérieures à 13°C
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures à 6 m/s
Durée du bridage	30 min avant le coucher du soleil jusqu'à 2 heures du matin
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par les arrêts machines en 2022	69,09 %
Nombre de minute positive restant à risque	187 minutes positives sur 605, toutes espèces confondues
Proportion d'activité de Noctules (en %) couverte par le modèle sur la période de suivi	72,48 %
Nombre de minute positive restant à risque pour les noctules	150 minutes sur 545 minutes positives de présence de noctules
Proportion d'activité de Pipistrelles (en %) couverte par le modèle sur la période de suivi	38,33 %
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	37 minutes sur les 60 minutes de présence des pipistrelles

## 2 Synthèse et analyse des résultats

En absence de données à partir du 12/08/2023 (panne matérielle), nous utiliserons les données de 2022 pour pallier les lacunes (12/08 au 31/10/2023) afin d'évaluer le bridage 2023 et de modéliser le bridage 2024.

Tableau 30 : Evaluation du renforcement du bridage du parc de Lion-en-Beauce (2023).



Evaluation du renforcement du bridage du parc de Lion-en-Beauce (2023)	
<b>Période de mise en service du bridage</b>	<b>Du 1<sup>er</sup> mai au 31 octobre</b>
<b>Seuil de température</b>	Par des températures supérieures à 13°C
<b>Seuil de vent</b>	Par des vitesses de vents inférieures à 6,5 m/s
<b>Durée du bridage</b>	30 min avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil
<b>Proportion d'activité chiroptérologique (en % - mix de données 2022 et 2023) couverte par les arrêts machines en 2023</b>	<b>81,7 %</b>
<b>Nombre de minute positive restant à risque</b>	<b>28</b>
<b>Proportion d'activité de Noctules (en % - mix de données 2022 et 2023) couverte par le modèle sur la période de suivi</b>	79,67 % Dont 72,9 % des Noctules communes et 95,8 % des Noctules de Leisler
<b>Nombre de minute positive restant à risque pour les noctules</b>	<b>25</b>
<b>Proportion d'activité de Pipistrelles (en % - mix de données 2022 et 2023) couverte par le modèle sur la période de suivi</b>	90 % Dont 85 % des Pipistrelles communes et 100 % du groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius
<b>Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles</b>	<b>3</b>

L'évaluation de l'efficacité du bridage concorde avec les observations du suivi de mortalité avec une mortalité résiduelle pour la Noctule de Leisler (3 individus), la Pipistrelle commune (2 individus) et la Pipistrelle de Kuhl (2 individus). On note que le calcul de la proportion d'activité couverte pour le groupe des Pipistrelles, notamment Pipistrelle commune et Pipistrelle de Kuhl semble surestimé au regard de la mortalité réelle constatée.

Pour 2024, il est proposé de renforcer le bridage (seuil de vent) afin de couvrir davantage d'activité, notamment en automne.

Tableau 31 : Proposition de modification du bridage du parc de Lion-en-Beauce (2024).

Evaluation du renforcement du bridage du parc de Lion-en-Beauce (2024)			
<b>Période de mise en service du bridage - total</b>	<b>Du 1<sup>er</sup> mai au 31 octobre</b>		
<b>Période de mise en service du bridage</b>	<b>01/05 au 15/07</b> <b>16/07 au 30/09</b> <b>01/10 au 31/10</b>		
<b>Seuil de température</b>	Par des températures supérieures à 13°C		
<b>Seuil de vent</b>	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
<b>Durée du bridage</b>	30 min avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil		

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Evaluation du renforcement du bridage du parc de Lion-en-Beauce (2024)			
Période de mise en service du bridage - total	Du 1 <sup>er</sup> 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
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		

Attention : la panne matérielle entre le 12/08 et le 31/10/2023 et l'absence de données associées peut induire un biais d'évaluation (les calculs concernent uniquement la période du 1<sup>er</sup> mai au 12/08/2023). Nous avons utilisé les données entre le 12/08 et le 31/10/2022 pour compléter les données de 2023 et modéliser le bridage 2024.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

La position du micro à l'arrière de la nacelle ainsi que la garde basse constituent des biais à la détection des espèces et à l'évaluation du risque de collision.

Le suivi devra donc être poursuivi sur 2024 et en fonction de l'efficacité du bridage, si un souci restait présent, il serait possible de proposer une analyse plus spécifique du type Chirotech® 2.0 (bridage plus précis intégrant modèle prédictif et actif avec mesures en direct).

### 4.2 Suivi « busards »

En 2023, un nid de Busard Saint-Martin a été identifié à moins de 300 m de l'éolienne E03 par une association « Perma-Plumes » dont l'une des actions est de protéger les nids de busards découverts sur le département du Loiret.

Sachant que le parc de Lion-en-Beauce est localisé sur un secteur favorable à la nidification des busards et afin d'anticiper tout risque potentiel avec ce parc, le propriétaire du parc a engagé une action de protection du nid puis d'arrêt des éoliennes 7 jours consécutivement au moment de l'envol des jeunes.

Rappelons que ces actions ne sont pas obligatoires d'après l'arrêté d'autorisation ou l'étude d'impact environnementale.

Cette mesure nous semble intéressant pour la préservation des busards sur le secteur et il pourrait être intéressant de renouveler en 2024 ce suivi.



Nid de Busard Saint-Martin mis en défens © Perma-Plumes, 2023



Petits Busards Saint-Martin encore non volants lors de la protection de la nichée début juillet © Perma-Plumes, 2023



Deux petits Busards Saint-Martin étaient encore non volants lors de la récolte de la parcelle le 12 juillet 2023  
© Biotope - J. Barge, 2023



Carré de 5 m x 5 m non récolté  
© Biotope - J. Barge, 2023

Figure 53 : Photos de la nichée de Busard Saint-Martin à moins de 300 m du parc éolien de Lion-en-Beauce en 2023.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

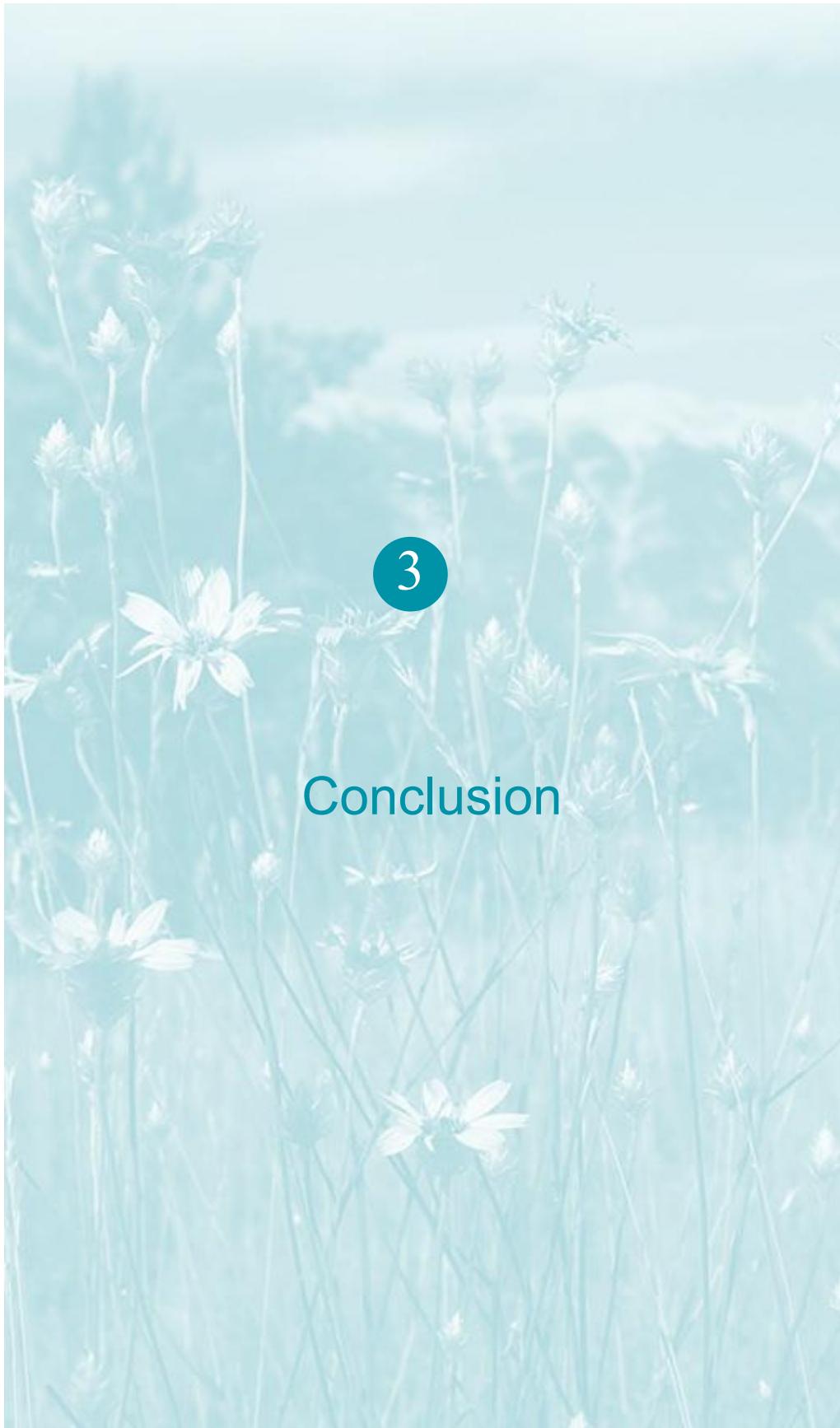
### 4.3 Poursuivre les suivis en 2024

Au regard de la modification des paramètres de bridage du parc de Lion-en-Beauce, il sera nécessaire de poursuivre en 2024 le suivi mortalité ainsi que les écoutes en altitude sur la période S18 à S43 afin d'évaluer notamment l'efficacité de la mesure. En fonction des résultats, des ajustements ne sont pas à exclure. Par ailleurs, étant donné la forte prédatation constatée au niveau de ce parc, 2 passages par semaine devront être réalisés sur la période de forte activité des Noctules et Pipistrelles, à savoir de début juin à fin août. L'augmentation de la fréquence de passage à cette période permettra 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 ».

On notera enfin que concernant les oiseaux, des préconisations sont à l'étude afin de trouver des solutions au regard de la significativité des résultats pour l'année 2023 (étude de mesures compensatoires à l'échelle de l'impact de plusieurs parcs sur le secteur d'étude, réflexion sur les assolements aux abords immédiats des éoliennes). Il conviendra à l'avenir et au regard des résultats du nouveau suivi d'affiner ces idées.

### 4.4 Poursuivre l'entretien rigoureux des plateformes

Dans la lignée de la bonne gestion mise en œuvre sur l'année 2023, 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 et notamment lors du suivi à réaliser en 2024 (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).



## Conclusion

### 3 Conclusion

Un premier suivi mortalité respectant d'une part les directives du protocole national et d'autre part les exigences réglementaires de l'autorisation d'exploiter a été réalisé en 2022. Lors de l'étude d'impact qui date de 2019 (inventaires réalisés en 2016/2018), des écoutes en altitude via un ballon captif ont été effectuées dans un premier temps puis des écoutes en continu via un mât de mesures ont été réalisées en 2018. Ce dernier dispositif permet ainsi de donner une liste d'espèces et d'évaluer l'activité sur l'ensemble de l'année pour les chauves-souris en altitude. Globalement, on constate que le risque identifié dans l'étude d'impact pour les Noctules est en adéquation avec les résultats des suivis mortalités réalisés en 2022 puis 2023. 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 et de Kuhl sachant que nous sommes sur un modèle d'éolienne avec une garde basse (23 m).

Suite aux résultats du suivi mortalité réalisé en 2022, un renforcement du bridage du parc a été mis en place en 2023.

Dans le but d'évaluer l'efficacité de ce nouveau bridage et afin de respecter le protocole national, un nouveau suivi a été mis en place en 2023. Lors de ce nouveau suivi mortalité, dix-huit cadavres dont 11 oiseaux (8 espèces) et 7 chauves-souris (3 espèces) ont été observés lors des 30 semaines de suivi mortalité qui s'étendait du 4 avril au 23 octobre 2023 (avec deux passages par semaine de début juin à fin août). On notera que 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...).

Le parc étant suivi depuis 2022 (avec le protocole national), 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. Lors de ces tests, les vitesses de disparitions des cadavres déposés ont été assez proches d'une éolienne à l'autre, avec des temps moyens de persistance des cadavres variant de 1,68 jours (E03) à 2,09 jours (E02). Ces estimations de durées de persistance sont faibles et conduisent mathématiquement à des estimations incertaines de la mortalité (fortes incertitudes). A ces coefficients correcteurs s'ajoute également le coefficient d'efficacité de recherche. Ainsi, les probabilités globales de détection calculées sont faibles et les estimations de mortalité qui intègrent ces facteurs sont plus importantes pour les oiseaux et les chauves-souris, tout comme les incertitudes associées à ces estimations.

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2023 (11 individus), il s'agit d'espèces sédentaires ou migratrices / migratrices partielles. On notera notamment que les données de Roitelet à triple bandeau correspondent à des individus en migration et dont les dates de découverte coïncident avec le passage de cette espèce sur la région. Par ailleurs, on constate que dans le référentiel de mortalité brute élaboré par Biotope, le parc de Lion-en-Beauce est parmi les plus élevés du référentiel pour les oiseaux. **Dans cette situation et au regard des estimations de mortalité, nous pouvons conclure que l'impact du parc est significatif pour les oiseaux car les résultats obtenus sont légèrement supérieurs (16 et 22,3 oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi) à ceux qui sont renseignés dans la bibliographie (0,3 à 18,3 oiseaux par éolienne et par an).**

Concernant les chiroptères, 7 chauves-souris ont été retrouvées correspondant à une estimation de mortalité selon les formules entre 29 et 44 individus de chauves-souris, soit entre 9,7 et 14,7 chauves-souris par éolienne sur la période de suivi. **Ces estimations se situent légèrement au-dessus des données que l'on peut retrouver dans la bibliographie** (environ 10 chauves-souris/éolienne/an). On notera en revanche que contrairement au suivi 2022, aucune espèce de chauve-souris retrouvée en 2023 n'est menacée en France. **Une vigilance reste néanmoins de mise concernant la Noctule de Leisler (3 individus retrouvés en 2023), la région Centre-Val de Loire ayant une responsabilité dans la préservation de cette espèce où les effectifs sont importants.** Actuellement, les paramètres de bridage du parc de Lion-en-Beauce permettent de couvrir 81,7 % de l'activité chiroptérologique enregistré en 2023 au niveau de la nacelle de l'éolienne E01 dont 79,67 % de l'activité des Noctules. Le renforcement du bridage en 2023 (asservissement avancé du 15 juillet au 1<sup>er</sup> mai, seuil de vent passant de 6 à 6,5 m/s et bridage sur des nuits complètes) a permis de significativement réduire

## 3 Conclusion

la mortalité des chiroptères au printemps (3 Pipistrelles communes et 1 Pipistrelle de Kuhl en mai 2022 contre 0 individu en mai 2023). Cependant, la mortalité en automne reste notable avec 5 cadavres entre le 14/08 et le 11/09/2023. On notera que 3 de ces 5 cadavres ont été retrouvés lors d'une période de dysfonctionnement du bridage rendant l'interprétation de l'efficacité du bridage difficile. Par ailleurs, il est probable que la garde au sol basse impacte des individus volant à faible altitude, non pris en compte dans le suivi acoustique. **Dans cette situation et au regard des estimations de mortalité, nous pouvons conclure que l'impact du parc reste significatif pour les chauves-souris.**

**Au regard des résultats des suivis réalisés en 2023, un nouveau renforcement du bridage mis en place paraît indispensable notamment sur la période automnale.**

Suite à l'analyse de l'activité acoustique en nacelle, un scénario de bridage, en ce sens, est proposé pour d'avantage limiter l'impact des éoliennes sur les chauves-souris à l'automne en fonction des conditions météorologiques :

En absence de données à partir du 12/08/2023 (panne matérielle), nous avons utilisé les données de 2022 pour pallier les lacunes (12/08 au 31/10/2023) afin de modéliser le bridage 2024.

Scénario de bridage spécifique proposé			
Période de mise en service du bridage	1 <sup>er</sup> mai au 15 juillet	16 juillet au 30 septembre	1 <sup>er</sup> octobre au 31 octobre
Seuil de température	Supérieure à 13°C		
Seuil de vent	Inférieure à 6,5 m/s	Inférieure à 7 m/s	Inférieure à 6 m/s
Nombre d'heures durant la nuit	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	87,7 %		
Proportion d'activité de Noctules (en % - mix de données 2022 et 2023) couverte par le modèle sur la période de suivi	87,84 % Dont 93,8 % des Noctules de Leisler, 83,7 % des Noctules communes, 91,97% du groupe Sérotine commune / Noctules		
Proportion d'activité de Pipistrelles (en % - mix de données 2022 et 2023) couverte par le modèle sur la période de suivi	85 % 87,1 % des Pipistrelles communes, 80,8 % des Pipistrelles de Kuhl / Nathusius		

Il en résulte qu'un nouveau suivi mortalité en 2024 sera à réaliser permettant ainsi de vérifier l'efficacité de cette nouvelle mesure de bridage sur la mortalité des chauves-souris couplé à un suivi en altitude de l'activité chiroptérologique.

Nous recommandons de débuter le suivi mortalité et le suivi en altitude dès la semaine 18 jusqu'à la semaine 43. En fonction des résultats, des ajustements ne sont pas à exclure. Par ailleurs, étant donné la forte prédatation constatée au niveau de ce parc, 2 passages par semaine devront être réalisés sur la période de forte activité des Noctules et Pipistrelles, à savoir de début juin à fin août.



## Bibliographie

## 4 Bibliographie

- ANDRE, Y. 2004. Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort. 20 p.

ARNETT E. B., ERICKSON W., KERNIS 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.

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.

ARTHUR, L. & LEMAIRE, M., 2015. Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. 2nde édition. Biotope / Publications scientifiques du MNHN, Coll. Parthenope. 544 p.

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.

BARATAUD, M., 2020. Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. 4ème édition. Biotope / Publications scientifiques du MNHN. 360 p.

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.

BIOTOPE, 2022. Parc éolien 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.

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2021. European Red List of Birds. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 52 p.

BROWN, R. ET AL., 2014. Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.

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>.

DIETZ C., VON HELVERSEN O. & NILL D., 2009. L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux et Niestlé. 400p.

DREAL CENTRE, 2015. Listes des espèces de mammifères déterminantes : les chiroptères - Liste actualisée et validée en CSRPN du 15 décembre 2015. 3 p.

DUBOURG-SAVAGE M-J./SFEPM, 2009. Mortalité de chauves-souris par éoliennes en France. État des connaissances au 16/12/2009. Synthèse M.J. Dubourg-Savage M.J./SFEPM.

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.

FRAIGNEAU C., 2007. Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.

FRAIGNEAU C., 2017. Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.

## 4 Bibliographie

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](https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf)

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

GROUPE CHIROPTÈRES DE LA SFEPM, 2016. Prise en compte des Chiroptères dans la planification des projets éoliens, Version 2.1(janvier 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 11 p.

HAQUART, A., 2013. ACTICHIRO : référentiel d'activité des chiroptères – Éléments pour l'interprétation des dénombrements de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française. EPHE.

HAQUART, A., BAS, Y., TRANCHARD, J. & LAGRANGE, H., 2012. Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mts 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-Brisson, 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.

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'Ecologie Fonctionnelle et Évolutive (CEFE), Montpellier ; BIOTOPE, Mèze, 13 p.

## 4 Bibliographie

MESCHÉDE, A. & K.G. HELLER. 2003. Écologie et protection des chauves-souris en milieu forestier. *Le Rhinolophe*, 16: 1-248.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, 2018. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre – Révision du protocole de 2015. 19 p.

NATURAL ENGLAND, 2014. Bats and onshore wind turbines Interim guidance. Technical Information Note TIN051. 3; 9p.

NATURE CENTRE, CBNBP, 2014. Livre rouge des habitats naturels et des espèces menacés de la région Centre. Nature Cendre ed., Orléans. 504 p.

PERTHUIS A., 2002. L'avifaune de la région Centre : synopsis des connaissances – Recherches Naturalistes en région Centre, mai 2002, n°11, p. 17-30.

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.

RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M-J., GOODWIN J. & HARBUSCH C., 2008. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Eurobats Publication Series n°3 (version française). PNUE/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Germany. 55p.

RODRIGUES, L., BACH, L., DUBORG-SAVAGE, M. J., KARAPANDZA, B., KOVAC, D., KERVYN, T., DEKKER, J., KEPEL, A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH, C., PARK, K., MICEVSKI, B. & MINDERMAN, J., 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.

ROEMER, C., DEVOS, S. & Y. BAS. 2014. Assessment of bat mortality risks around human activities using unattended recordings for flight path reconstruction - An affordable method for bat behavioural conservation studies. EBRS 2014, Sibenik, Croatia.

ROEMER, C., T. DISCA & Y. BAS. 2017. Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. *Biological Conservation*, Volume 215, p 116-122.

RUSSO, D. & G. JONES, 2003. Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography* 26, n° .2: 197-209.

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, 129 p.

RYDELL, J., L. BACH, M. J DUBOURG-SAVAGE, M. GREEN, L. RODRIGUES, & A. HEDENSTRÖM, 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12, n°. 2: 261–274.

RYDELL, J., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, M. GREEN, L. RODRIGUES, & A. HEDENSTRÖM. 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *European Journal of Wildlife Research* 56 (6): 823 27.

SOLOGNE NATURE ENVIRONNEMENT – DREAL Centre, 2009. Les chiroptères. Plan régional d'actions 2009-2013. Région Centre. 67 p.

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.

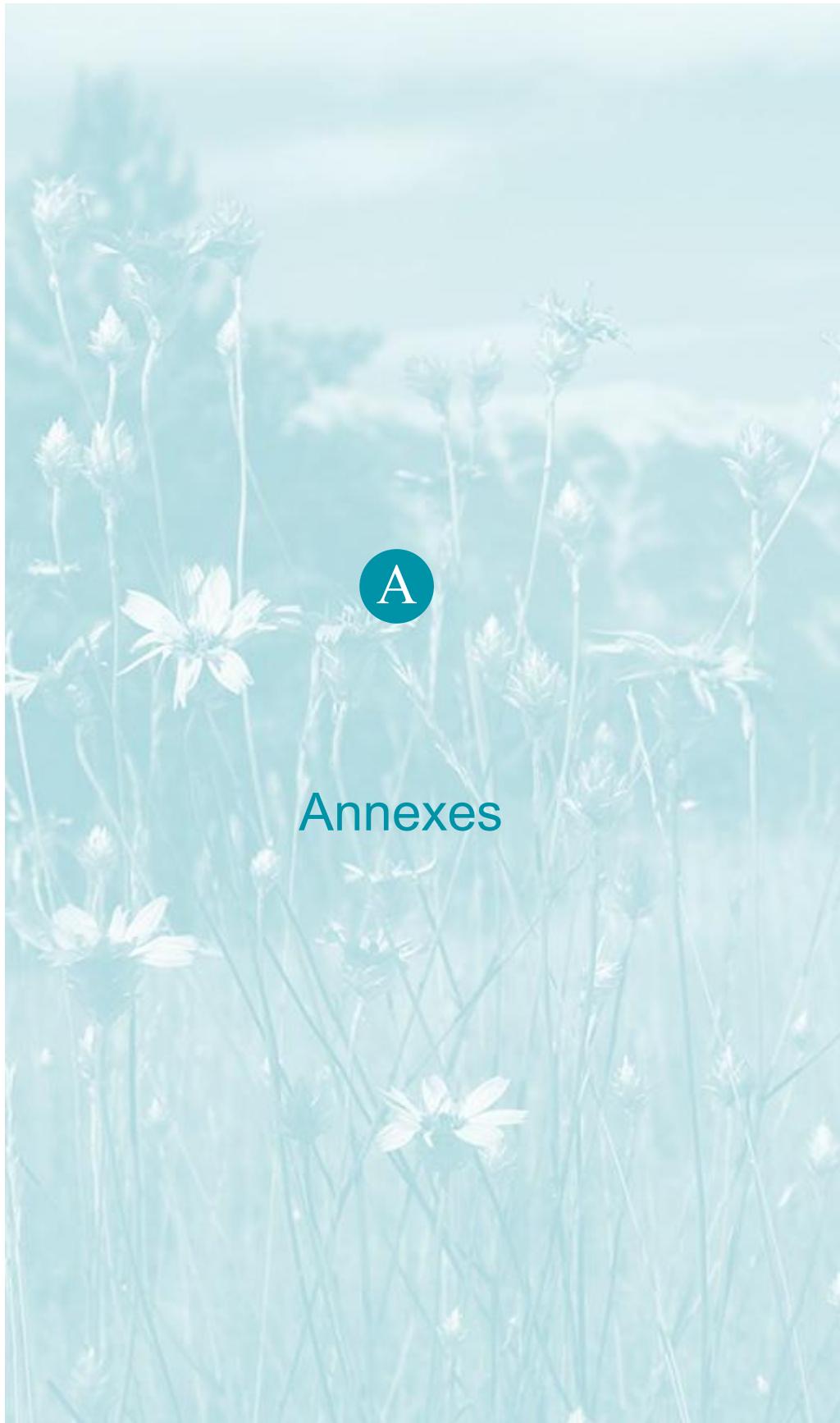
## 4 Bibliographie

IUCN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

DREAL Centre-Val de Loire, 2023. Suivis environnementaux des parcs éoliens.  
<https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/eolien-r1769.html>

DURR, 2023. Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel und Fledermäuse « Impacts des éoliennes sur les oiseaux et les chauves-souris, compilation de données à l'échelle européenne » :

<https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>



## Annexes

**A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres**


 Suivi de mortalité de l'avifaune et  
 des chiroptères / Suivi de  
 l'activité des chiroptères en  
 hauteur  
 SAS LHI SolarWind WP Lion  
 2570  
 mars 2024

**Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres**



Tableau 32 : Résultats du suivi mortalité en 2023.

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
11/04/2023	E02	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	5 m
09/05/2023	E03	<i>Phasianus colchicus</i>	Faisan de Colchide	Frais	Adulte	Femelle	Collision avec mât	1 m
07/06/2023	E03	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	50 m
07/06/2023	E03	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	10 m
07/06/2023	E01	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	60 m
26/06/2023	E01	<i>Perdix perdix</i>	Perdrix grise	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	15 m
28/06/2023	E01	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Immature	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	15 m
05/07/2023	E01	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	1 m
12/07/2023	E01	<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	50 m
31/07/2023	E01	<i>Columba livia f. domestica</i>	Pigeon biset domestique	Plumée	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	20 m
31/07/2023	E03	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	35 m
14/08/2023	E03	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Adulte	Mâle	Barotraumatisme	35 m

## A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

Suivi de mortalité de l'avifaune et  
 des chiroptères / Suivi de  
 l'activité des chiroptères en  
 hauteur  
 SAS LHI SolarWind WP Lion  
 2570  
 mars 2024

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
16/08/2023	E01	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Adulte	Mâle	Barotraumatisme	20 m
21/08/2023	E02	<i>Falco tinnunculu</i>	Faucon crécerelle	Frais	Adulte	Mâle	Collision avec pale	25 m
23/08/2023	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	30 m
04/09/2023	E03	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	En décomposition	Adulte	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	45 m
11/09/2023	E01	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	45 m
18/09/2023	E03	<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	20 m

Tableau 33 : Rappel des résultats du suivi mortalité en 2022.

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
18/05/2022	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	4 m
18/05/2022	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Adulte	Mâle probable	Barotraumatisme	17 m
18/05/2022	E02	<i>Sturnus vulgaris</i>	Etourneau sansonnet	Sec	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	30 m
18/05/2022	E02	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Adulte	Indéterminé	Prédation ou charognage post-collision	50 m
18/05/2022	E02	<i>Alauda arvensis</i>	Alouettes des champs	Sec	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	40 m
18/05/2022	E02	<i>Pipistrellus Kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Sec	Adulte	Mâle	Barotraumatisme	50 m
25/05/2022	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	En décomposition	Adulte	Mâle	Barotraumatisme	40 m

**A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres**


 Suivi de mortalité de l'avifaune et  
 des chiroptères / Suivi de  
 l'activité des chiroptères en  
 hauteur  
 SAS LHI SolarWind WP Lion  
 2570  
 mars 2024

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
08/06/2022	E03	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	58 m
15/06/2022	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Adulte	Mâle	Barotraumatisme	27 m
15/06/2022	E03	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	10 m
22/06/2022	E01	<i>Larus michaellis</i>	Goéland leucophée	En décomposition	Immature	Indéterminé	Prédation ou charognage post-collision	54 m
29/06/2022	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Adulte	Femelle probable	Barotraumatisme	29 m
29/06/2022	E03	<i>Sturnus vulgaris</i>	Etourneau sansonnet	Sec	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	23 m
06/07/2022	E01	<i>Sturnus vulgaris</i>	Etourneau sansonnet	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	25 m
06/07/2022	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Adulte	Femelle	Barotraumatisme	19 m
17/08/2022	E03	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Adulte	Femelle	Barotraumatisme	35 m
17/08/2022	E03	<i>Pipistrellus Kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	En décomposition	Adulte	Mâle	Barotraumatisme	15 m
24/08/2022	E01	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	25 m
31/08/2022	E03	<i>Sturnus vulgaris</i>	Etourneau sansonnet	En décomposition	Adulte	Mâle	Prédation ou charognage post-collision	26 m
07/09/2022	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	45 m
07/09/2022	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	6 m
28/09/2022	E03	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage post-collision	25 m
19/10/2022	E03	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	36 m
19/10/2022	E03	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	33 m
26/10/2022	E03	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	15 m

- A Annexe 2 : Arrêté préfectoral portant dérogation à l'interdiction de capture définitive, transport et détention de spécimens d'espèces animales protégées (chauves-souris)

## Annexe 2 : Arrêté préfectoral portant dérogation à l'interdiction de capture définitive, transport et détention de spécimens d'espèces animales protégées (chauves-souris)

**PRÉFÈTE  
DU LOIRET**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**Direction départementale  
des territoires**

**ARRÊTÉ PRÉFECTORAL**  
portant dérogation à l'interdiction de capture définitive,  
transport et détention de spécimens  
d'espèces animales protégées (Chauves-souris)  
accordée au bureau d'études BIOTOPE

La préfète du Loiret,  
Chevalier de la Légion d'Honneur,

VU le Code de l'environnement, notamment ses articles L411-1, L411-2, L415-3 et R411-1 et suivants,

VU le décret n° 97-34 du 15 janvier 1997 modifié relatif à la déconcentration des décisions administratives individuelles,

VU l'arrêté interministériel du 19 février 2007 modifié fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4<sup>e</sup> de l'article L411-2 du Code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées,

VU l'arrêté ministériel du 6 janvier 2020 fixant la liste des espèces animales et végétales à la protection desquelles il ne peut être dérogé qu'après avis du Conseil national de la protection de la nature,

VU l'arrêté ministériel du 28 novembre 2019 nommant M. Christophe HUSS directeur départemental des territoires du Loiret,

VU le décret du 10 février 2021 portant nomination de Mme Régine ENGSTRÖM, en qualité de Préfète de la région Centre-Val de Loire, préfète du Loiret,

VU l'arrêté préfectoral du 1<sup>er</sup> mars 2021 portant délégation de signature à M. Christophe HUSS, directeur départemental des territoires du Loiret,

VU l'arrêté préfectoral du 2 mars 2021 portant subdélégation de signature aux agents de la Direction Départementale des Territoires du Loiret,

VU la demande de dérogation au régime de protection des espèces présentée le 9 avril 2021, complétée le 13 avril 2021 par le bureau d'études BIOTOPE, Agence Centre-Bourgogne, situé 122-124 rue du Faubourg Bannier, 45000 ORLEANS, à l'effet que ses salariés soient autorisés à prélever, transporter et détenir des cadavres de chauves-souris dans le cadre de suivis post-installation de parcs éoliens situés sur le département du Loiret (45).

VU l'avis favorable de M. le Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Centre-Val de Loire,

VU l'avis favorable tacite du Conseil National de la Protection de la Nature,

.../...

1/4

**A Annexe 2 : Arrêté préfectoral portant dérogation à l'interdiction de capture définitive, transport et détention de spécimens d'espèces animales protégées (chauves-souris)**

**CONSIDÉRANT** que la demande de dérogation porte sur le prélèvement, le transport et la détention de cadavres de spécimens d'espèces animales protégées (chauves-souris),

**CONSIDÉRANT** que la demande est sollicitée dans le cadre d'un suivi chiroptérologique et ornithologique post-installation de parcs éoliens,

**CONSIDÉRANT** que les cadavres collectés seront conservés au bureau de BIOTOPE, le temps de leur identification,

**CONSIDÉRANT** la qualification des demandeurs et les objectifs scientifiques poursuivis,

**CONSIDÉRANT** que la dérogation sollicitée ne nuit pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations concernées dans leur aire de répartition naturelle,

**SUR** la proposition du directeur départemental des Territoires du Loiret ;

**ARRÊTE**

**ARTICLE 1<sup>ER</sup> - Identité des bénéficiaires**

Les bénéficiaires de la dérogation sont Simon DEMESSE et Julien TRANCHARD techniciens faunistes, Sophie LAURENT, technicienne fauniste, Franck LETERME et Maxime LAURENT, chargés d'études faunistes, salariés de BIOTOPE, Agence Centre-Bourgogne, située 122-124 rue du Faubourg Bannier, 45000 ORLEANS.

Ce personnel pourra être complété par des personnes en CDD saisonnier qui seront formés et suivis par BIOTOPE.

**ARTICLE 2 - Nature de la dérogation**

Les bénéficiaires sont autorisés à déroger, dans le cadre de suivis chiroptérologique post installation de parcs éoliens situés dans le Loiret, à l'interdiction de capture, transport et détention de cadavre de spécimens des espèces suivantes :

Rhinolophe euryale ( <i>Rhinolophus euryale</i> )	Grand Murin ( <i>Myotis myotis</i> )
Grand rhinolophe ( <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> )	Murin (Vespertillon) à moustaches ( <i>Myotis mystacinus</i> )
Petit rhinolophe ( <i>Rhinolophus hipposideros</i> )	Murin (Vespertillon) de Natteter ( <i>Myotis nattereri</i> )
Barbastelle d'Europe ( <i>Barbastella barbastellus</i> )	Murin d'Escalera ( <i>Myotis escalerai</i> )
Sérotine de Nelson ( <i>Eptesicus nilssonii</i> )	Murin du Magreb ( <i>Myotis punicus</i> )
Sérotine commune ( <i>Eptesicus serotinus</i> )	Grande Noctule ( <i>Nyctalus lasiopterus</i> )
Vespère de Savi ( <i>Hypsugo savii</i> )	Noctule de Leisler ( <i>Nyctalus leisleri</i> )
Minoptère de Schreibers ( <i>Miniopterus schreibersii</i> )	Noctule commune ( <i>Nyctalus noctula</i> )
Murin d'Alcathoe ( <i>Myotis alcathoe</i> )	Pipistrelle de Kuhl ( <i>Pipistrellus kuhlii</i> )
Murin (Vespertillon) de Bechstein ( <i>Myotis bechsteinii</i> )	Pipistrelle de Nathusius ( <i>Pipistrellus nathusii</i> )
Petit Murin ( <i>Myotis blythii</i> )	Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )
Murin (Vespertillon) de Brandt ( <i>Myotis brandtii</i> )	Pipistrelle pygmée ( <i>Pipistrellus pygmaeus</i> )
Murin (Vespertillon) de Capaccini ( <i>Myotis capaccinii</i> )	Oreillard roux ( <i>Plecotus auritus</i> )
Murin (Vespertillon) de Daubenton ( <i>Myotis daubentonii</i> )	Oreillard gris ( <i>Plecotus austriacus</i> )

....

**A Annexe 2 : Arrêté préfectoral portant dérogation à l'interdiction de capture définitive, transport et détention de spécimens d'espèces animales protégées (chauves-souris)**

Murin (Vespertillon) à oreilles échancrées ( <i>Myotis emarginatus</i> )	Oreillard alpin ( <i>Plecotus macrobullaris</i> )
Molosse de Cestoni ( <i>Tadarida ténotis</i> )	Serotine bicolore ( <i>Vespertilio murinus</i> )

**ARTICLE 3 – Conditions de la dérogation**

La présente dérogation est délivrée, pour le département du Loiret.

La liste des parcs éoliens qui feront l'objet d'un suivi annuel, ainsi que la liste des personnels en CDD de BIOTOPE feront l'objet d'une déclaration annuelle auprès des services de la DDT du Loiret ainsi que de la DREAL Centre-Val de Loire dès qu'ils seront connus et avant le début de chaque campagne.

Les cadavres de spécimens des espèces susvisées seront collectés manuellement, transportés et conservés à BIOTOPE, Agence Centre-Bourgogne, le temps de leur identification. Ils devront être déposés au Muséum de Bourges, pour analyse isotopique, afin de compléter l'étude portant sur l'origine géographique des spécimens impactés. Biotope s'engage à appliquer le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres élaboré sous la responsabilité du MTES (contrôle de toutes les éoliennes pour les parcs de moins de 8 éoliennes, avec un minimum de 20 passages entre mi-mai et fin octobre).

**ARTICLE 4 – Mesures de suivi**

Un rapport des actions menées sera transmis, annuellement, dès la fin des opérations :

- à la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Centre-Val de Loire, service de l'eau et de la biodiversité, 5 avenue Buffon, CS 96407, 45064 ORLEANS Cedex 2,
- à la Préfecture du Loiret, Direction Départementale des Territoires, service eau, environnement et forêt, 181 rue de Bourgogne, 45042 Orléans Cedex.

Ce bilan comprendra a minima : un rappel du contexte de la dérogation, les espèces concernées, les dates ou les périodes des suivis réalisés et les effectifs observés lors des relevés ainsi que les distances par rapport aux éoliennes et l'état des cadavres.

**ARTICLE 5 – Durée de réalisation des activités bénéficiant de la dérogation**

La présente dérogation est accordée, pour la réalisation des activités visées aux articles 2 et 3 à compter de la date de notification du présent arrêté et jusqu'au 31 décembre 2024.

**ARTICLE 6 – Autres procédures**

La présente décision ne dispense pas de l'obtention d'autres accords ou autorisations par ailleurs nécessaires pour la réalisation des opérations sus-mentionnées.

**ARTICLE 7 – Mesures de contrôle**

La mise en œuvre des dispositions visées aux articles 3 et 4 du présent arrêté peut faire l'objet de contrôle par les agents chargés de constater les infractions mentionnées à l'article L 415-3 du Code de l'environnement.

**ARTICLE 8 – Sanctions**

Le non respect des dispositions du présent arrêté est puni des sanctions prévues à l'article L 415-3 du Code de l'environnement.

.../...

**A Annexe 2 : Arrêté préfectoral portant dérogation à l'interdiction de capture définitive, transport et détention de spécimens d'espèces animales protégées (chauves-souris)**

**ARTICLE 9** – Le Secrétaire Général de la Préfecture du Loiret et le Directeur Départemental des Territoires sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Recueil des Actes Administratifs du Loiret et dont une copie sera notifiée au Directeur de BIOTOPE, au Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Centre-Val de Loire, au Chef du service départemental de l'Office Français de la Biodiversité, au commandant du Groupement de Gendarmerie du Loiret et à Mme la Ministre de la Transition Écologique.

à Orléans, le 13 JUIL. 2021

La Préfète,  
Pour la Préfète et par délégation,  
Pour le Directeur Départemental des Territoires,  
La Cheffe du Pôle Forêt, Chasse, Pêche et Biodiversité,



Véronique LE HER

Dans un délai de deux mois à compter de la date de notification ou de publication du présent acte, les recours suivants peuvent être introduits, conformément aux dispositions de l'article R. 421-1 et suivants du code de justice administrative et du livre IV du code des relations entre le public et l'administration :  
- un recours gracieux, adressé à : Mme la Préfète du Loiret, Service de la Coordination Interministérielle, Mission Affaires Générales - 181 rue de Bourgogne, 45042 ORLEANS CEDEX,  
- un recours hiérarchique, adressé au(x) ministre(s) concerné(s) ;  
Dans ces deux cas, le silence de l'Administration vaut rejet implicite au terme d'un délai de deux mois.  
Après un recours gracieux ou hiérarchique, le délai du recours contentieux ne court qu'à compter du rejet explicite ou implicite de l'un de ces recours.  
- un recours contentieux, en saisissant le Tribunal Administratif - 28, rue de la Bretonnerie 45057 Orléans Cedex 1  
Le tribunal administratif peut également être saisi par l'application informatique Télerecours accessible par le site internet [www.telerecours.fr](http://www.telerecours.fr)

**A Annexe 3 : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité**

## Annexe 3 : 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. 181-46-1 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.

**A Annexe 4 : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale**

## Annexe 4 : 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 54 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018.

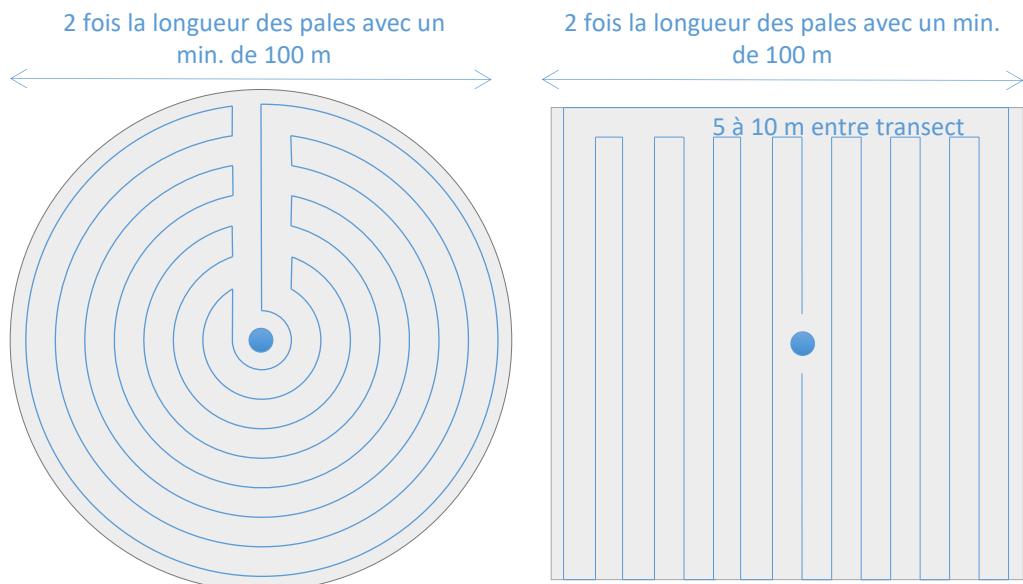


Figure 55 : Schéma de la surface-échantillon à prospector (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).

## Annexe 5 : 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 prédatation 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 éoliennes (**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

## A Annexe 5 : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques

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.

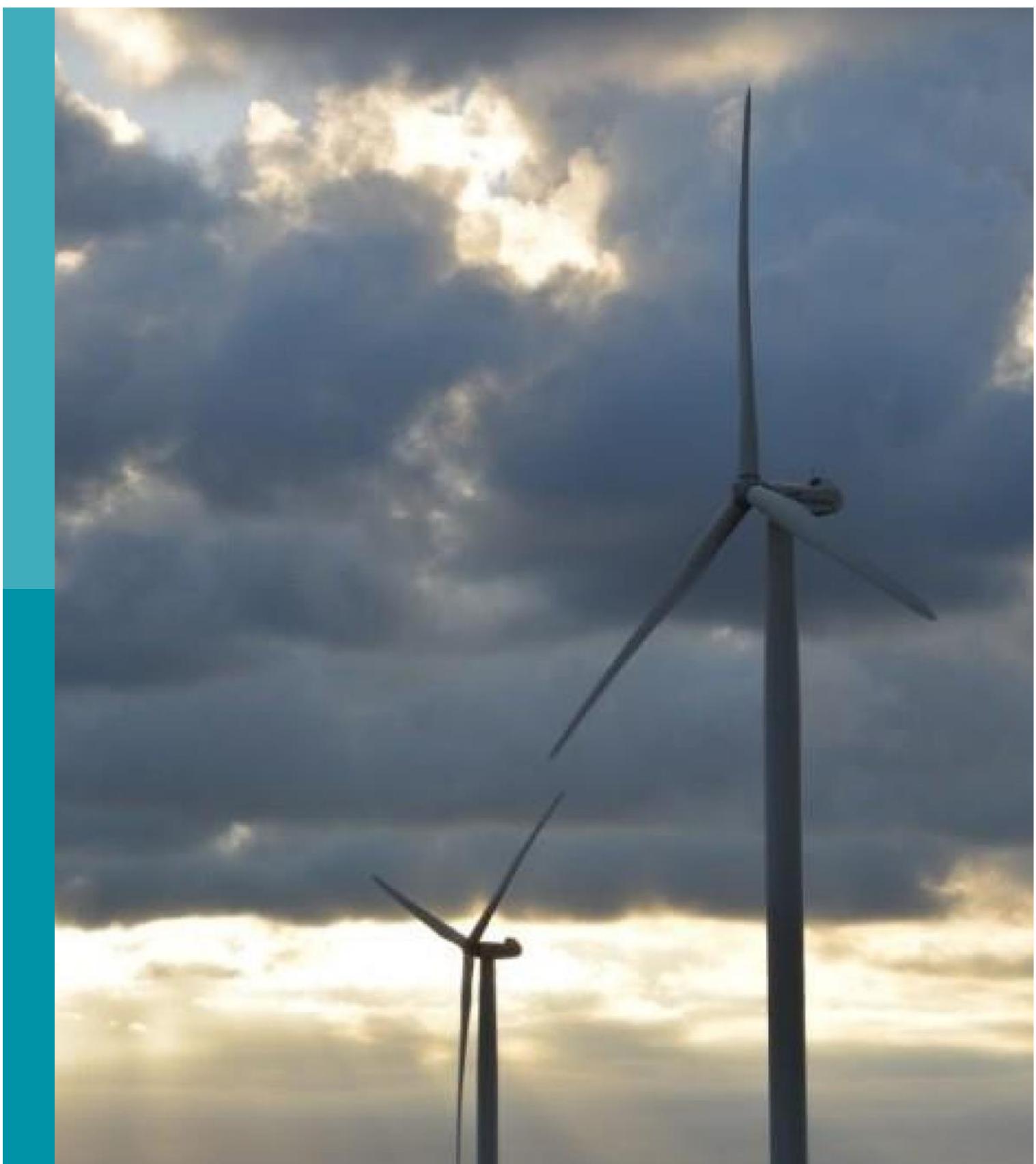
Tel que défini par le protocole national, « seules les zones à ciel ouvert et praticables sont prospectées. Le reste de la surface échantillon devra faire l'objet d'une correction proportionnelle par coefficient surfacique ». Les zones non prospectables sont définies comme 1) des secteurs de boisements 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 à 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.



**Siège social :**  
22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze  
Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - [www.biotope.fr](http://www.biotope.fr)