



Ferme éolienne de
Neuville-aux-Bois

Parc éolien de Neuville-aux-Bois

Commune de Neuville-aux-
Bois, Centre-Val de Loire (45)
31 janvier 2025

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



Information sur le document

Citation recommandée	Biotope, 2025 – Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères / Suivi de l'activité des chiroptères en hauteur / Suivi des habitats naturels - Parc éolien de Neuville-aux-Bois - Commune de Neuville-aux-Bois, Centre-Val de Loire (45) - Ferme éolienne de Neuville-aux-Bois - 116 p.		
Nom de fichier	NeuvilleAuxBois2024_MortaGlobal_CroiseAcoustiq_Biotope_V3.docx		
N° de contrat	2024046		
Date de démarrage de la mission	04/12/2023		
Maître d'ouvrage	FERME EOLIENNE DE NEUVILLE-AUX-BOIS 2 Rue du Libre Echange 31506 TOULOUSE cedex 5		
Interlocuteur	Martin RODGER <i>Responsable de projets exploitation</i>	Contact : martin.rodger@aboenergy.com	
Biotope, Responsable du projet	Franck LETERME (FLE) <i>Chargeé d'études - Faune</i>	Contact : fleterme@biotope.fr	
Biotope, Contrôleur qualité	Nicolas CARENTON (NCA) <i>Chef de projet Biostatistiques</i>	Contact : ncarenton@biotope.fr	
Version 1	Rédacteur : FLE – 31/01/2025	Contrôle qualité : NCA – 18/03/2025	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none">● Création du document.
Versions 2 et 3	Rédacteur : FLE – 17/04/2025 puis 09/05/2025	-	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none">● Prise en compte des commentaires/modifications.

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

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

Avant-propos

Le parc éolien de Neuville-aux-Bois (localisé dans le département du Loiret) a été mis en service fin 2023. Il est autorisé par arrêté préfectoral datant du 7 novembre 2014 puis complété par l'arrêté préfectoral du 27 septembre 2019. Dans ces arrêtés, il est stipulé :

Extrait de l'arrêté du 7 novembre 2014

Article 9 - Mesures spécifiques liées à la protection de l'avifaune et des chiroptères

Pour éviter de perturber les espèces nicheuses, les travaux de construction/déconstruction des aérogénérateurs ne doivent pas débuter entre le 1^{er} avril et le 31 juillet, ou sous réserve d'un contrôle préalable de l'absence de nid occupé, réalisé par une personne ou un organisme expert. En cas d'arrêt prolongé du chantier avec une reprise des travaux entre le 1^{er} avril et le 31 juillet, un contrôle préalable analogue doit être mis en œuvre.

En complément des dispositions de l'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 susvisé, au moins une deuxième fois au cours des cinq premières années de fonctionnement de l'installation l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant d'estimer la mortalité des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs.

Le suivi environnemental est confié à une personne ou un organisme indépendant. Il fait l'objet d'un rapport proposant les mesures à prendre en cas de mortalité élevée avérée, imputable à l'installation. Ce rapport est tenu à la disposition de l'inspection des installations classées. L'exploitant engage sous un délai maximum d'un an à compter de la date de rédaction du rapport, les mesures préconisées dans le rapport de suivi environnemental de mortalité des chiroptères et de l'avifaune.

[...]

Extrait de l'arrêté du 27 septembre 2019

Article 3 :

Nonobstant les dispositions de l'article 9 de l'arrêté préfectoral du 7 novembre 2014 susvisé, l'exploitant doit se conformer au protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, dans sa version révisée de mars 2018.

Un bridage automnal des cinq éoliennes est réalisé entre le 1^{er} août et le 31 octobre, de 30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'à 2 heures du matin, lorsque les conditions météorologiques présentent un risque de collision important pour les chiroptères, en l'absence de précipitation, pour des vents inférieurs à 6 m/s et des températures supérieures à 13°C.

La mise en place effective du plan de bridage des machines doit pouvoir être justifiée, à tout instant et par tout moyen adapté à l'inspection des installations classées.

En fonction des données, qui seront mesurées pendant l'exploitation du parc et qui compléteront celles figurant dans l'étude faune flore jointe à l'étude d'impact, les modalités de bridage des éoliennes pourront être réexamинées, sur demande justifiée de l'exploitant, après analyse par l'inspection des installations classées.

[...]

La société FERME EOLIENNE DE NEUVILLE-AUX-BOIS a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien en 2024 (premier suivi mortalité réalisé depuis la mise en service du parc), pour la réalisation d'une étude des chiroptères en nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018) ainsi que pour le suivi des habitats naturels.

A noter qu'en dehors de l'étude d'impact datant de 2013 (inventaires de terrain en 2012/2013) et de prospection chiroptérologique en altitude datant de 2016, aucun autre suivi n'a jusqu'alors été réalisé pour ce parc mis en service très récemment.

Le présent document présente les résultats des suivis réalisés en 2024 par le bureau d'études BIOTOPE. Les objectifs de ces suivis sont multiples : estimer les taux de mortalité des chauves-souris et des oiseaux, liés à l'exploitation du parc éolien de Neuville-aux-Bois, analyser l'efficacité du bridage, et comparer avant / après les milieux naturels présents au niveau de la zone d'implantation du projet.

Au regard des éléments fournis (volet faune de l'étude d'impact) 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 parue en mars 2018 fixant les modalités à suivre, notamment pour la réalisation d'un suivi de mortalité. Ainsi, le protocole réalisé dans le cadre de cette étude et le rapport qui en découle tiennent compte des évolutions du protocole national.



Sommaire

1	Contexte de l'étude et aspects méthodologiques	7
1.1	Contexte – présentation du parc et données historiques	7
1.1.1	Présentation du parc	7
1.1.2	Rappel des enjeux de l'étude d'impact	8
1.2	Méthodologie appliquée	11
1.2.1	Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	11
1.2.2	Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées	11
1.2.3	Conditions de réalisation du suivi de mortalité et des suivis de l'activité de l'avifaune et des chiroptères	26
1.2.4	Équipe de travail	29
2	Synthèse et analyse des résultats	30
2.1	Résultats du suivi des habitats naturels	30
2.1.1	Rappel des habitats naturels présents lors de la réalisation de l'étude d'impact	30
2.1.2	Habitats présents dans l'aire d'étude immédiate en 2024	32
2.1.3	Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels en 2024	32
2.1.4	Comparaison des habitats naturels avant / après l'implantation du parc éolien de Neuville-aux-Bois	46
2.2	Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur	47
2.2.1	Espèces contactées	47
2.2.2	Abondance relative	48
2.2.3	Evaluation de l'activité en hauteur	49
2.2.4	Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur	52
2.2.5	Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques	58
2.2.6	Synthèse de l'activité des chiroptères en hauteur	63
2.3	Résultats du suivi de mortalité	64
2.3.1	Résultats bruts	64
2.3.2	Analyse des résultats	72
2.3.3	Synthèse du suivi de mortalité	87
2.4	Facteurs d'impact et mesures mises en place	88
2.4.1	Analyse croisée avec l'étude d'impact	88
2.4.2	Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères	89
2.4.3	Evaluation de l'efficacité du bridage chiroptère en fonctionnement	93
3	Mesures correctives et conclusion	95
3.1	Mesures correctives	95
3.1.1	Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique	95
3.1.2	Reconduction du suivi post implantation	97
3.1.3	Entretien rigoureux des plateformes	97
3.2	Conclusions	98
4	Bibliographie	101
5	Annexes	104
	Annexe I : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.	104
	Annexe II : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité	105
	Annexe III : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale	106

Annexe IV : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques	107
Annexe V : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%	108
Annexe VI : Détails sur la méthodologie, les résultats et les biais concernant les référentiels mortalité Biotope	109
6 Index des tableaux, cartes et figures	112

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



1.1 Contexte – présentation du parc et données historiques

1.1.1 Présentation du parc

Le parc éolien de Neuville-aux-Bois se situe dans le département du Loiret (45), en région Centre-Val de Loire. Il est localisé à environ 25 km au nord-est d'Orléans.

Le parc, mis en service fin 2023, est composé de 5 éoliennes de type Nordex N117 (nacelle à 91 m) de 3 MW de puissance unitaire. Ces éoliennes ont une hauteur de nacelle à 91 m et disposent d'un rotor de 117 m de diamètre.

Le parc de Neuville-aux-Bois se situe au sein d'une plaine agricole majoritairement dominée par des cultures céréalières.



Eolienne E01



Eolienne E02



Eolienne E03

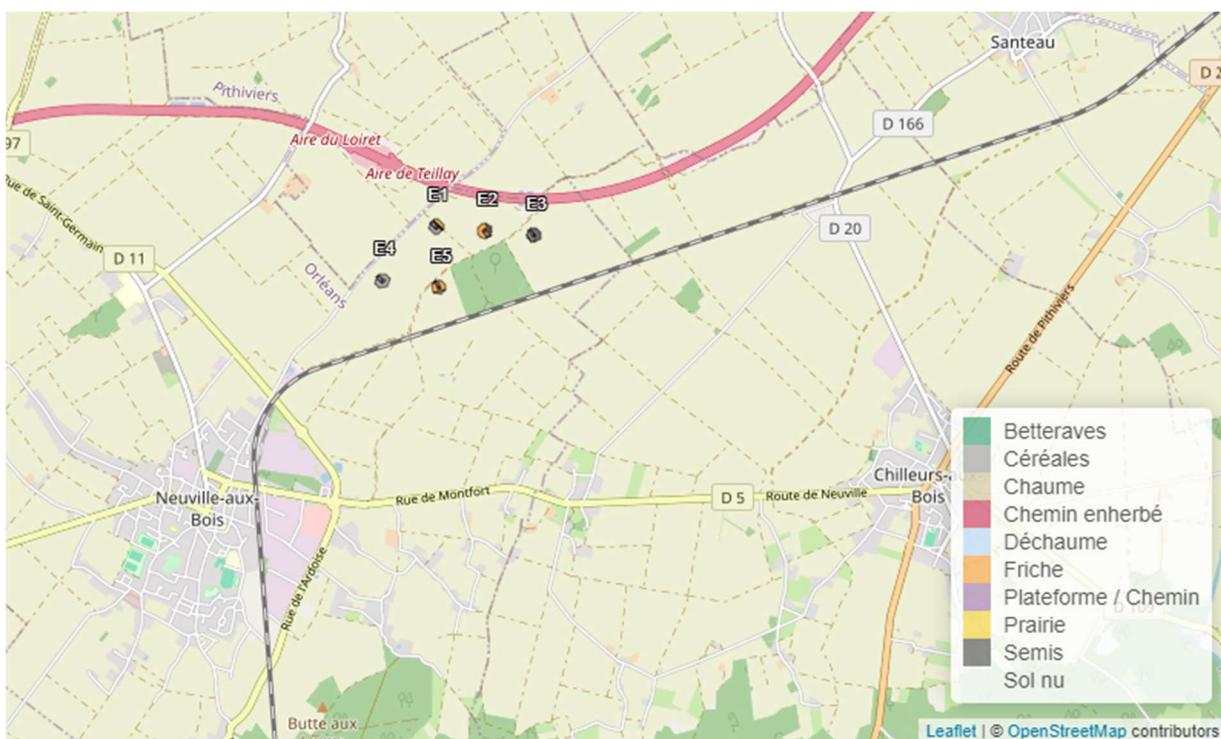


Eolienne E04



Eolienne E05

Photographie des éoliennes du parc



1.1.2 Rappel des enjeux de l'étude d'impact

L'objectif de cette partie est de résumer et de faire ressortir les espèces à enjeux identifiées lors de l'étude d'impact du projet éolien réalisé en 2013 (inventaires de terrain en 2012/2013 puis 2016) afin de les comparer avec les résultats des suivis post-implantations réalisés en 2024.

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

Dans l'étude d'impact, le site potentiel d'implantation est situé à 2 km au nord-est de la commune de Neuville-aux-Bois.

Les cartes de synthèse des informations collectées lors de la présente étude font apparaître différents périmètres centrés autour du site potentiel d'implantation ; ils se définissent de la manière suivante :

Zone d'implantation potentielle (ZIP) ou aire d'étude rapprochée :

Ce périmètre correspond à la zone d'implantation potentielle des éoliennes. Sur cette superficie, l'ensemble des milieux naturels en place a été caractérisé et les stations d'espèces remarquables et/ou protégées ont été systématiquement recherchées.

Aire d'étude biologique :

Cette aire d'étude correspond à une zone tampon de 500 mètres autour du site d'implantation. À l'intérieur de cette aire d'étude, les éléments remarquables susceptibles d'être impactés par le projet ont fait l'objet d'une recherche attentive.

Le fonctionnement écologique de ce secteur a été étudié, notamment pour les espèces à grand rayon d'action et plus particulièrement celles volantes.

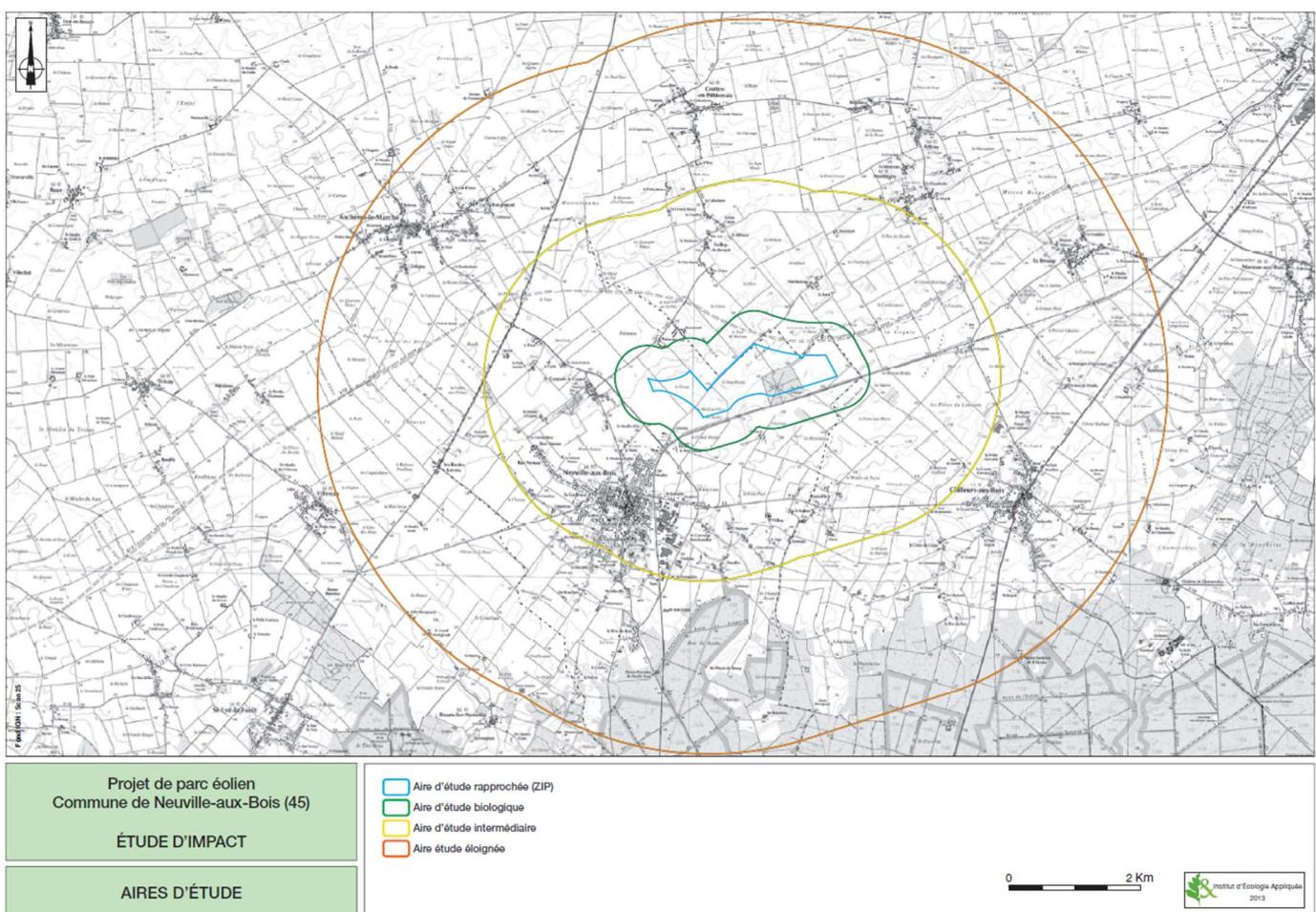
Aire d'étude intermédiaire :

Cette aire d'étude correspond à une zone 2,5 km autour du site d'implantation.

Dans ce périmètre, l'essentiel de l'étude consiste en un recueil documentaire auprès des naturalistes locaux et la recherche des caractéristiques susceptibles d'influer sur le projet à l'intérieur des zonages réglementaires à vocation d'inventaires ou de protection du patrimoine naturel.

Aire d'étude éloignée :

Cette aire d'étude correspond à une zone de 5 km autour du site d'implantation. Au titre de l'étude du milieu biologique, ce périmètre est surtout pris en compte quant aux phénomènes migratoires pour l'avifaune et pour les chiroptères.



Carte 1 : Localisation des aires d'étude lors de l'étude d'impact pour le projet de parc éolien de Neuville-aux-Bois

Concernant les techniques d'inventaires misent en place pour la réalisation de cette étude d'impact, il ressort que :

Pour la partie oiseaux :Avifaune en période de migration :

La méthode d'étude retenue repose sur l'observation directe depuis des secteurs offrant une vue panoramique et lointaine sur le site du projet. Ces localisations permettent d'estimer les flux de populations mais également d'appréhender les éventuelles modifications de trajectoire en fonction de la nature du relief et des obstacles. La zone d'implantation potentielle est relativement plane, sans relief marqué. On peut donc s'attendre à une migration diffuse sur l'ensemble de la zone. Les observations ont été effectuées par un ornithologue d'IEA à l'aide de jumelles (10 x 42 mm) et d'une lunette KOWA TSN 25 x 77 mm. À chaque visite, il a également été recherché en fin de journée les éventuelles zones de halte migratoire à l'intérieur de l'aire d'étude et à ses abords immédiats. 2 passages ont été réalisés en période de migration prénuptiale et 3 en période de migration postnuptiale.

Avifaune en période hivernale :

Les prospections ont été effectuées par observations directes, à pied, en affût et à bord d'un véhicule sur l'ensemble de la zone d'implantation potentielle. La méthodologie est identique à celle de l'étude de l'avifaune en période de migration. 2 passages ont été réalisés en période d'hivernage.

Avifaune en période de reproduction :

Les visites concernant les nicheurs ont été menées, sur l'ensemble de la zone d'implantation potentielle, selon la méthode de l'observation « droit devant soi », en parcours pédestres ou à bord d'un véhicule. Des observations en poste fixe selon la méthode des points IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) nécessitant des reconnaissances par le chant ont également été

réalisées. Elle consiste, au cours de deux sessions distinctes de comptage, à noter l'ensemble des oiseaux observés et/ou entendus durant 15 minutes à partir d'un point fixe du territoire. Tous les contacts auditifs ou visuels avec les oiseaux sont notés sans limitation de distance. Ils sont reportés sur une fiche prévue à cet effet à l'aide d'une codification permettant de différencier tous les individus et le type de contact (chant, cri, mâle, femelle, couple...). Sur la fiche de relevé, le point ou la station est matérialisé(e) par un cercle dont le centre est virtuellement occupé par l'observateur. Ce système de notation à l'intérieur d'un cercle facilite le repérage spatial des individus contactés. Au total, 2 passages ont été réalisés en période de reproduction.

Pour l'étude des chauves-souris :

La prise en compte des Chiroptères a été réalisée par la méthode de l'étude ultrasonore. Des écoutes en poste fixe et en altitude ainsi que des parcours d'enregistrement ont été effectués. Les matériaux utilisés pour ces opérations sont des détecteurs Pettersson Electronik (D240X, D500, D1000X) ou Tranquility Transect fonctionnant en mode expansion de temps couplés à des enregistreurs numériques (SONY Hi-MD et EDIROL R-09) et un ballon captif à l'hélium pour les enregistrements en altitude. Tous les cris ultrasonores entendus sont enregistrés et analysés ultérieurement à l'aide du logiciel dédié BatSound et Sonochiro. Au total, 2 passages ont été réalisés en juillet, 2 en août et 1 en octobre. Des inventaires complémentaires ont été réalisés en 2016 reprenant la même méthodologie que celle mise en place pour les inventaires de 2012/2013 permettant de prendre en compte la période de printemps pour l'étude des chauves-souris (1 passage réalisé en mai).

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

En période hivernale (19 espèces inventoriées) :

En période hivernale, un enjeu faible a été défini pour le Faucon pèlerin. Cette espèce présente un fort statut de protection mais le site du projet et ses abords ne correspondent qu'à une petite partie de son territoire de chasse lors de l'hivernage. Pour les stationnements de limicoles (Pluvier doré, Vanneau huppé), un enjeu faible est défini bien que ces deux espèces n'aient pas été observées sur la zone d'implantation potentielle. Les stationnements hivernaux de limicoles ne sont pas cantonnés à des sites fixes et on peut estimer que les cultures sur la zone d'implantation potentielle peuvent être utilisées comme site d'hivernage. L'enjeu reste faible au vue de la faiblesse des effectifs et de l'absence de statut de protection.

En période de reproduction (49 espèces inventoriées) :

Pour les oiseaux en période de reproduction, un enjeu moyen est défini pour le Busard Saint-Martin. Le site d'étude est inclus dans sa grande majorité dans le territoire de chasse d'un couple. L'aire de nidification n'a pas pu être déterminée, mais il est possible qu'elle se trouve dans les cultures du site d'étude. Un enjeu faible est défini pour deux espèces de passereaux, le Bruant proyer et la Fauvette grisette, du fait de leur présence sur le site d'étude (en limite pour cette dernière espèce) et qu'elles sont considérées comme « Quasi menacé » dans la liste rouge des oiseaux nicheurs de France. Un enjeu nul est défini pour le Pic noir, bien que l'espèce présente un fort statut de protection et qu'elle ait été observée en période de reproduction dans le périmètre du projet (bois des Trois Fontaines). Il apparaît cependant que ce boissement est trop petit pour accueillir un couple de Pic noir, l'individu observé étant sans doute un individu solitaire en recherche de nourriture. Pour le Bruant jaune, la Linotte mélodieuse et le Vanneau huppé, un enjeu nul est défini du fait de l'absence de nidification de ces espèces dans la zone d'implantation potentielle.

En période de migration (25 espèces inventoriées en postnuptiale et 45 en prénuptiale) :

Pour les oiseaux en période de migration, un enjeu faible a été défini pour le Busard Saint-Martin, espèce à fort statut de protection. Les individus migrants de cette espèce sont reconnus pour avoir la capacité d'éviter les installations éoliennes. Un enjeu faible est défini pour les Pluviers dorés et les Vanneaux huppés qui se retrouvent en halte sur la zone d'implantation potentielle.

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

Au total, 11 espèces ont été contactées sur le site d'étude lors des parcours d'écoutes et des points d'écoutes (Barbastelle d'Europe, Grand murin, Murin à moustaches, Murin de Natterer, Noctule commune, Noctule de Leisler, Oreillard indéterminé, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius, Sérotine commune).

Pour le peuplement chiroptérologique, un enjeu faible à modéré a été défini, du fait de leur présence sur la zone d'implantation potentielle sur des axes de déplacements et des zones de chasse et par rapport à leur statut de protection. Un enjeu modéré pour deux espèces de chauves-souris, le Grand murin et la Sérotine commune est défini, du fait de leur activité dans la zone d'implantation potentielle, de leur statut de protection ainsi que de la présence de colonie de reproduction de ces espèces à 3 kilomètres de la zone d'implantation potentielle.

On notera que les cultures offrent peu de ressources de nourriture pour les espèces, du fait de l'absence de haie ou de diversité des milieux, c'est pourquoi l'activité chiroptérologique à ce niveau est très diffuse.

1.2 Méthodologie appliquée

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

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

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

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

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

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

Le protocole national précise que le suivi de mortalité sera constitué d'au minimum 20 visites réparties entre les semaines 20 et 43 en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site (Annexe 3, Figure 48). Pour le nombre d'éoliennes à surveiller, il recommande de suivre toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes ou moins, et pour les parcs de plus de 8 éoliennes, appliquer la formule suivante : $8 + (\text{nombre d'éoliennes} - 8) / 2$.

La collecte de données implique de prospector une surface-échantillon définie, généralement un carré de 100 m de côté ou un cercle couvrant au moins un rayon égal à la longueur des pales avec un minimum de 50 m (Annexe 3, Figure 49). La méthode de recherche consiste en des transects à pied avec des espacements dépendants du couvert végétal. Les résultats sont soumis à des tests de correction, y compris un test d'efficacité de recherche et un test de persistance des cadavres.

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

1.2.1.3 Obligations réglementaires spécifiées dans l'arrêté préfectoral

En complément des dispositions de l'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 susvisé, l'arrêté du 7 novembre 2014, demande la mise en place d'au moins un second suivi environnemental au cours des cinq premières années de fonctionnement de l'installation, permettant d'estimer la mortalité des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Sachant que 2024 correspond à la première année de suivi suite à la mise en service du parc (fin 2023), il conviendra de réaliser un second suivi avant fin 2028.

1.2.2 Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées

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

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

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

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

Les suivis de mortalité par recherche de cadavres au sol représentent actuellement la technique la plus régulièrement mise en œuvre. Toutefois, cette technique est soumise à de nombreux biais (capacités de détection de l'observateur, taux de disparition des cadavres par prédation/décomposition, activités agricoles du travail du sol) qui requièrent la définition de

coefficients correcteurs à différentes périodes de l'année, sous peine de rendre potentiellement 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, 2010 / Korner-Nievergelt et al. 2011.**

1.2.2.1.2. 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.

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 4.**

1.2.2.1.3. Méthodes statistiques et incertitudes

● Évaluation du coefficient moyen de persistance des cadavres

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

● Évaluation du coefficient moyen d'efficacité de recherche

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

● Évaluation des incertitudes

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

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

Ce théorème a également pour avantage de pouvoir donner un intervalle de confiance à 95% même lorsque aucun cadavre n'a pu être détecté. L'intervalle de confiance, dans ce cas, correspond au nombre de cadavres pour lequel l'opérateur avait 95% de chance de ne pas les détecter du fait des différentes contraintes rencontrées au cours du suivi. Cela permet de donner une limite au nombre de collisions 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 4**.

1.2.2.2 Méthode de recherche des cadavres

1.2.2.2.1. Méthode par transects circulaires

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

Ce protocole présente plusieurs avantages :

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

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

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

Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir 2 626 m de transect par passage, à une vitesse de 2 km/h environ.

1.2.2.2.2. Données collectées

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

1.2.2.2.3. Détermination des cadavres

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

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

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

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

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

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

A partir de la modélisation de chacun de ces éléments dans un framework bayésien, nous sommes capables de reproduire pour chaque site et chaque année, une réestimation de la mortalité via l'estimateur d'Huso (2010), compte tenu de la variabilité globale de l'ensemble des suivis. Cette approche permet d'estimer finement la mortalité causée par les éoliennes en corrigeant les différents biais liés à la collecte des données. Plus de détails sur la méthodologie, les résultats et les biais d'interprétation de ce référentiel sont présentés en Annexe 6.

1.2.2.4 Méthode d'inventaire des habitats naturels

Sur le terrain, la végétation (par son caractère intégrateur synthétisant les conditions de milieux et le fonctionnement de l'écosystème) est considérée comme le meilleur indicateur de tel habitat naturel et permet donc de l'identifier.

Les communautés végétales recensées au cours de l'expertise ont été identifiées au moyen de typologies et de catalogue d'habitats naturels de référence au niveau national et régional (VILLARET et al., 2019 ; CULAT, MIKOLAJCZAK & SANZ, 2016 ; MIKOLAJCZAK, 2014 ; BARDAT et al., 2004). Une reconnaissance floristique des structures de végétation homogènes a ainsi été menée sur l'ensemble de l'aire d'étude afin de les rattacher à la nomenclature EUNIS (Louvel et al., 2013) à l'aide des espèces végétales caractéristiques de chaque groupement phytosociologique. Ce référentiel de l'ensemble des habitats présents en France et en Europe attribue un code et un nom à chaque habitat naturel, semi-naturel ou artificiel listé.

La phytosociologie fournit pour toutes les communautés végétales définies une classification dont s'est inspirée la typologie EUNIS. L'unité fondamentale de base en est l'association végétale correspondant au type d'habitat élémentaire ; les associations végétales définies se structurent dans un système de classification présentant plusieurs niveaux emboîtés (association < alliance < ordre < classe). Dans le cadre de cette étude, des relevés phytosociologiques n'ont pas été réalisés pour tous les habitats mais il leur a été préféré des relevés phytocénotiques qui rassemblent toutes les espèces observées entrant dans la composition d'un habitat donné (une liste d'espèces a été dressée par grandes unités de végétation). En revanche, dans le cas d'habitats patrimoniaux devant être finement caractérisés ou précisés du fait de dégradations ou d'un mauvais état de conservation, des relevés phytosociologiques ont pu être réalisés.

L'interprétation des relevés a permis d'identifier les habitats à minima jusqu'au niveau de l'alliance phytosociologique selon le Prodrome des végétations de France (BARDAT et al., 2004), voire au niveau de l'association pour des habitats « patrimoniaux » et plus particulièrement des habitats d'intérêt communautaire et/ou des habitats menacés.

Sur cette base, il a alors été possible de les nommer selon le synsystème des végétations de Centre-Val de Loire (CBNBP, 2019), la typologie française Corine Biotope (BISSARDON et al., 1997) et selon la typologie européenne du manuel EUR28 (Commission européenne, 2013) pour les habitats d'intérêt communautaire listés en annexe I de la directive européenne 92/43/CEE, qui instaure le réseau de Natura 2000.

En ce qui concerne les habitats naturels, la nomenclature utilisée est celle de Corine Biotope et EUNIS, référentiels de l'ensemble des habitats présents en France et en Europe. Dans ce document, un code et un nom sont attribués à chaque habitat naturel décrit. Les habitats naturels d'intérêt communautaire listés en annexe I de la directive européenne 92/43/CEE, dite directive « Habitats, faune, flore », possèdent également un code spécifique. Parmi ces habitats d'intérêt européen, certains possèdent une valeur patrimoniale encore plus forte et sont considérés à ce titre comme « prioritaires » (leur code Natura 2000 est alors complété d'un astérisque *).

On notera que cette actualisation des habitats naturels au niveau du parc éolien de Neuville-aux-Bois a été réalisée sur un rayon de 300 m autour des éoliennes (= aire d'étude immédiate). Il a pour objectif de comparer les milieux naturels avant la mise en place du parc et après son implantation.

1.2.2.5 Étude de l'activité des chiroptères

1.2.2.5.1 Localisation des dispositifs d'écoute

En 2024, le dispositif d'acquisition des données chiroptérologiques a été installés sur l'éolienne E05 du parc éolien de Neuville-aux-Bois.



Carte 2 : Localisation de l'éolienne équipée d'un enregistreur SMBAT au niveau du parc éolien de Neuville-aux-Bois

1.2.2.5.2. Collecte des données

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

Le système utilisé est basé sur un enregistreur d'ultrasons SM4BAT (Wildlife Acoustics) capable d'enregistrer les sons de chauves-souris suivant différents paramètres de déclenchement (cf. Tableau 1).

En 2024, le microphone a été installé sur l'éolienne E05, en nacelle, à 91 m de hauteur.

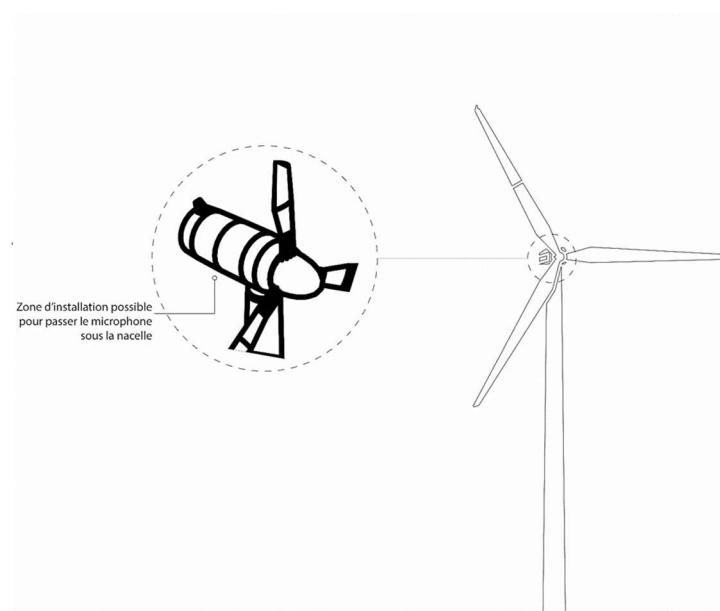


Figure 2 : Localisation de l'implantation du microphone en nacelle. © Biotope

Tableau 1 : Paramétrage de l'enregistreur en hauteur

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



Photo microphone



Photo enregistreur dans l'éolienne

Microphone et enregistreur SM4BAT installés en nacelle E05 du parc de Neuville-aux-Bois

1.2.2.5.2.1. Calendrier des enregistrements

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

Tableau 2 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période

Nombre de nuits exploitables* sur le microphone			
Mai 2024	30	Septembre 2024	30
Juin 2024	30	Octobre 2024	31
Juillet 2024	31	Novembre 2024	3
Août 2024	31	-	-
TOTAL			186

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

1.2.2.5.2.2. Représentativité des inventaires

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

Le graphique suivant présente la courbe d'accumulation calculée sur l'éolienne E05. Cette courbe représente le cumul des nouvelles espèces contactées en fonction de l'effort d'échantillonnage. La construction de la courbe prend en compte la saisonnalité. Ici, l'échantillonnage est réparti uniformément entre les mois.

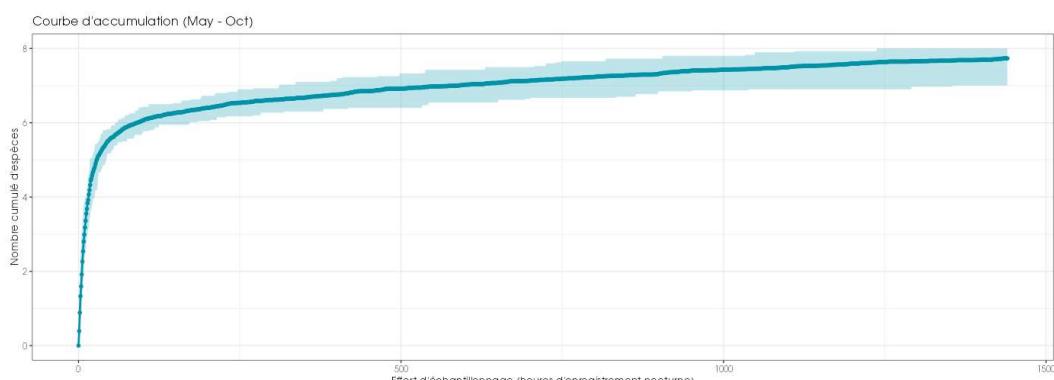


Figure 3 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois

1.2.2.5.3. Analyse des sons et identification des espèces

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

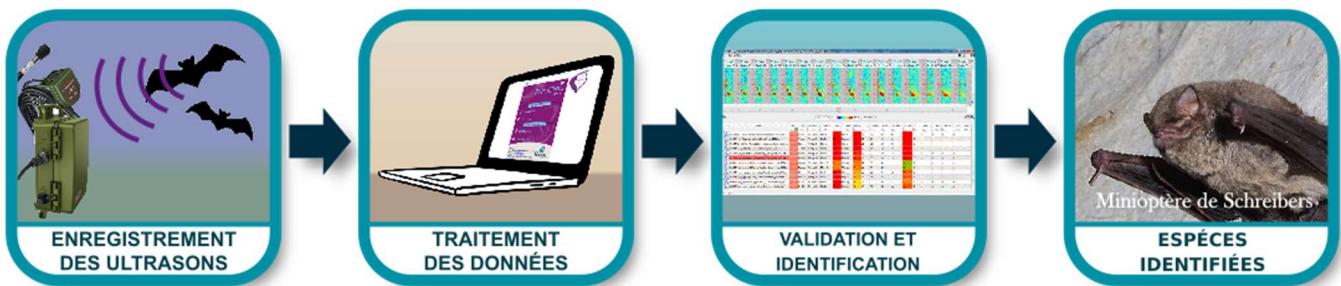


Figure 4 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope

1.2.2.5.4. Détermination automatique du signal et identification des espèces

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

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

Le programme SonoChiro® inclut :

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

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

1.2.2.5.5. Validation et identification des espèces par un chiroptérologue

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

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

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

Tableau 3 : Identification des espèces de chiroptères

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

1.2.2.5.6. Évaluation des niveaux d'activité

1.2.2.5.6.1. Unité de mesure de l'activité

Dans la majorité des études qui sont pratiquées jusqu'à maintenant, que ce soit avec un détecteur à main ou un enregistreur automatique en point fixe, les résultats des écoutes sont tous exprimés par une mesure de l'activité en nombre de contacts par unité de temps. Selon les opérateurs et l'appareillage, la définition d'un contact n'est pas très claire, mais correspond à une durée de séquence que l'on pense être proche d'un passage d'un chiroptère, soit de 5 secondes dans le cas des

détecteurs à main. Néanmoins, pour pallier aux nombreux facteurs de variations de dénombrements liés au matériel (sensibilité du micro, modèle d'enregistreur, trigger, seuils de déclenchements, paramétrages de séquençage des fichiers...) l'unité la plus pratique de dénombrement et montrant une meilleure robustesse de comparaison avec des référentiels correspond à la « minute positive ». Une minute est dite « positive » quand au moins un chiroptère est enregistré au cours de celle-ci. Le nombre de minutes positives peut être considéré globalement ou décliné par espèce.

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

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

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

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

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

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

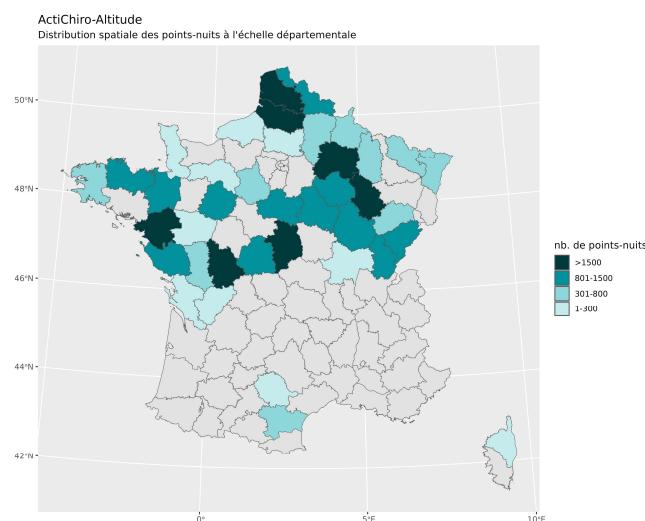


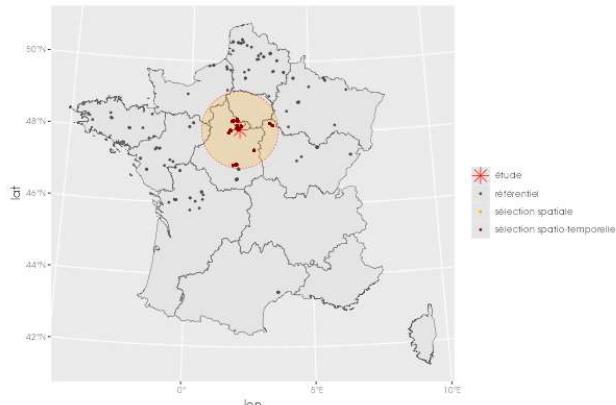
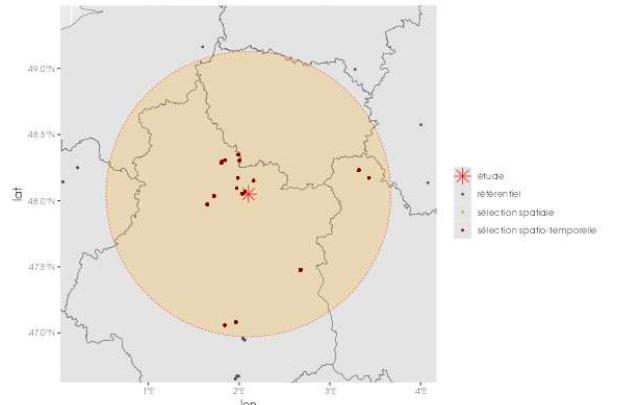
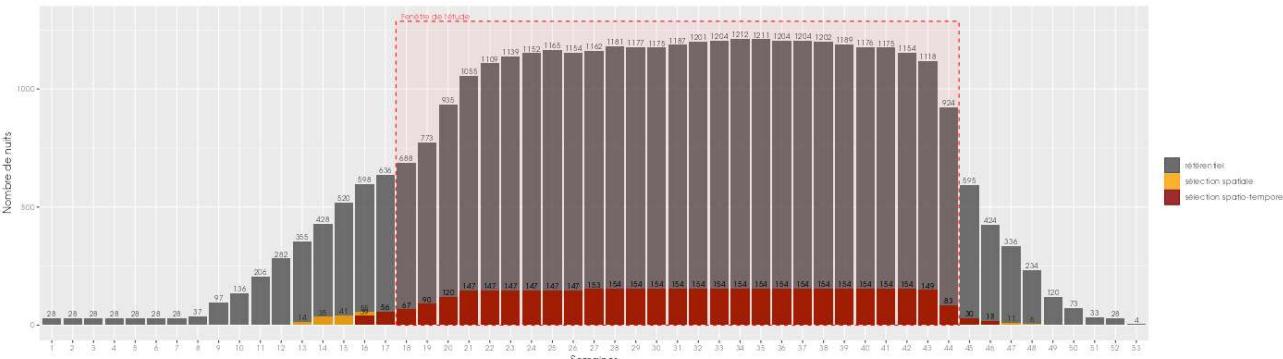
Figure 5 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude

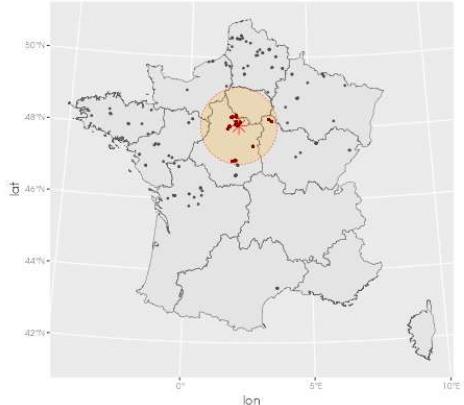
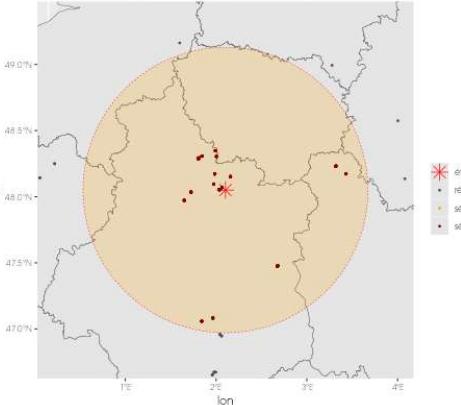
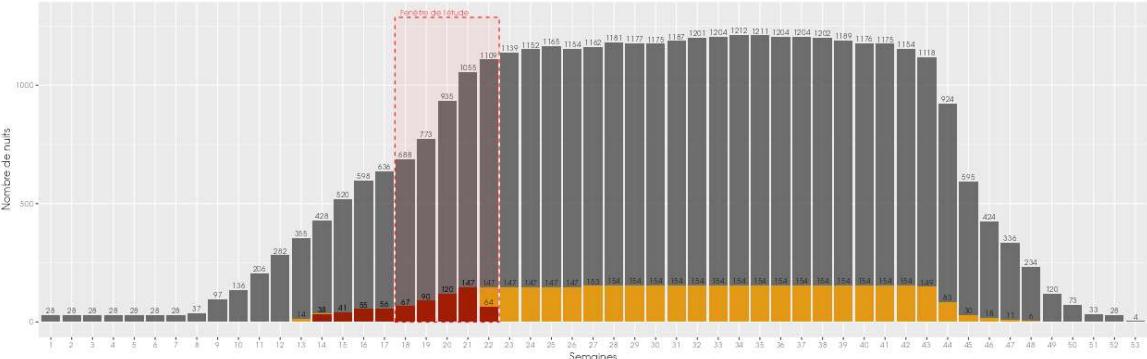
1.2.2.5.6.3. Référentiel ActiChiro® dédié à cette étude

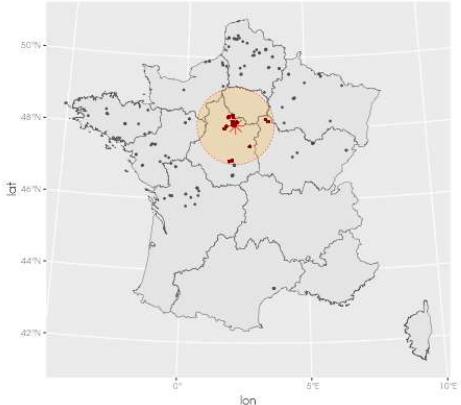
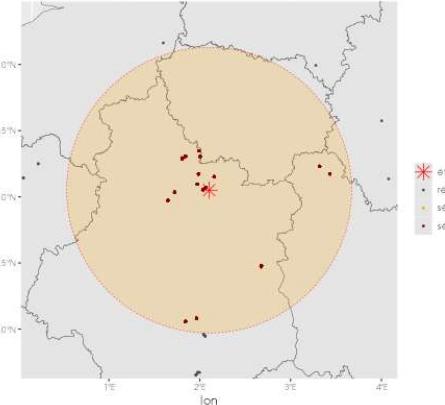
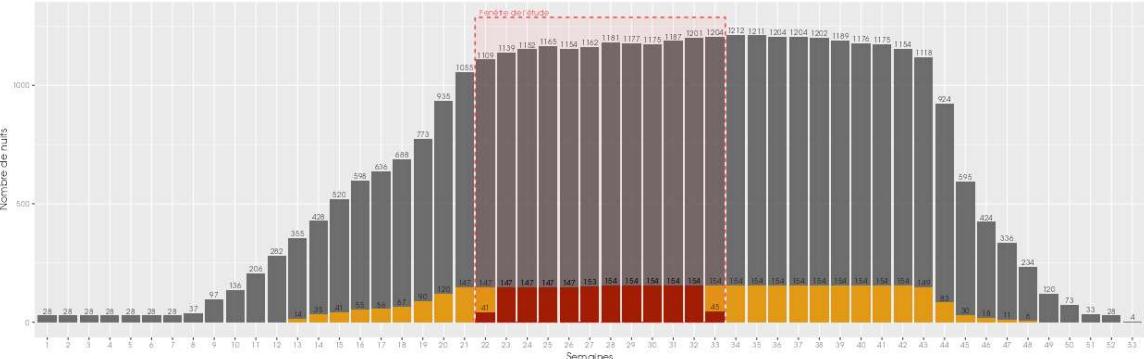
Le nouvel ActiChiro® a été conçu pour être un référentiel dynamique. C'est-à-dire que pour chaque étude, l'emprise spatio-temporelle est adaptée au site d'étude et au type d'analyses réalisées, ce qui permet de comparer les résultats des inventaires à un jeu de données le plus pertinent. **Le nouvel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

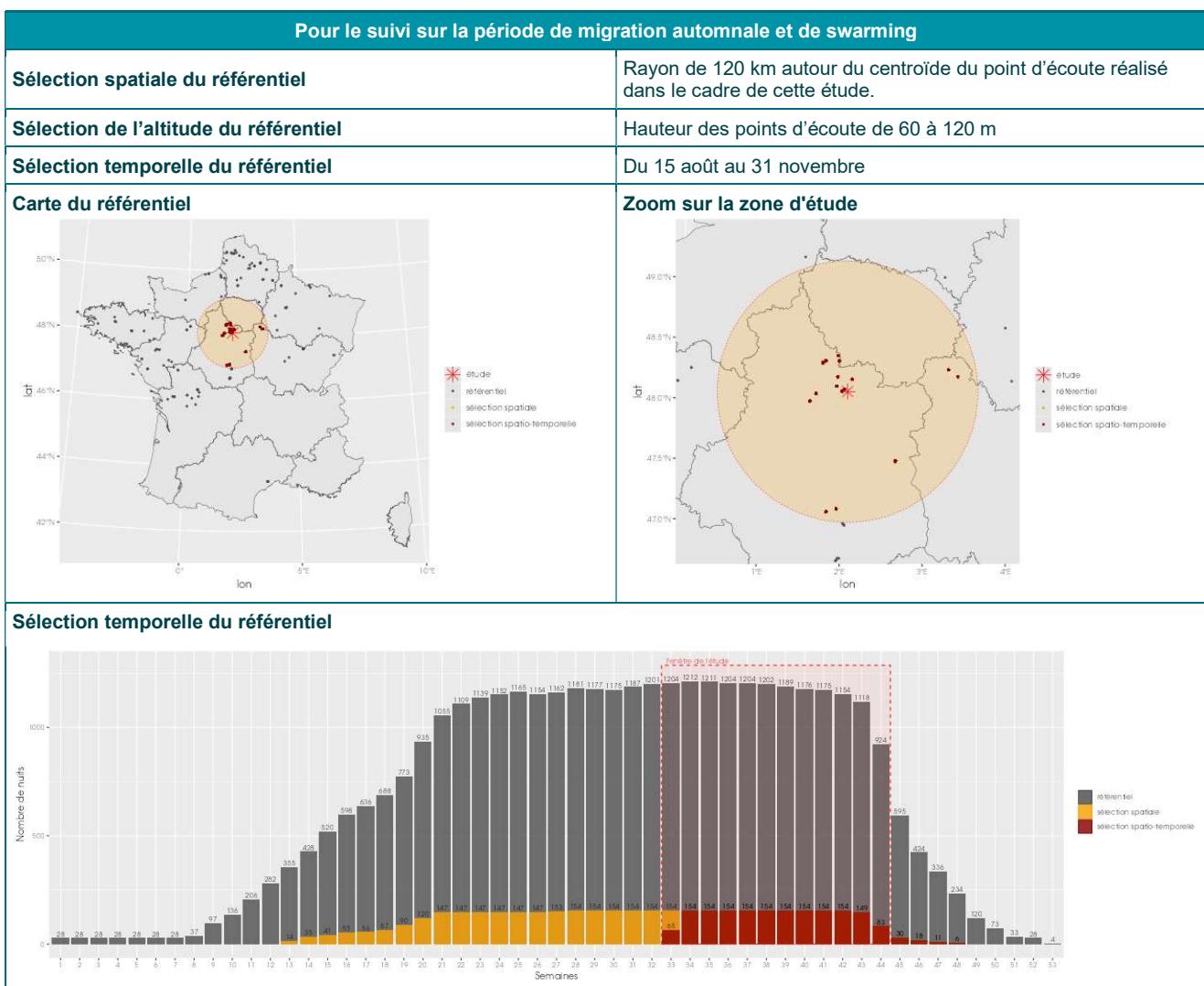
Dans le cadre de cette étude, le référentiel ActiChiro-Altitude prend en compte les variables spatio-temporelles suivantes :

Tableau 4 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude

Pour le suivi sur l'ensemble de l'année	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 120 km autour du centroïde du point d'écoute réalisé dans le cadre de cette étude.
Sélection de l'altitude du référentiel	Hauteur des points d'écoute de 60 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	De 15 jours avant la période d'enregistrement à 15 jours après
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude
	
Sélection temporelle du référentiel	
	

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

Pour le suivi sur la période estivale de mise-bas et d'élevage des jeunes	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 120 km autour du centroïde du point d'écoute réalisé dans le cadre de cette étude.
Sélection de l'altitude du référentiel	Hauteur des points d'écoute de 60 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	Du 1 ^{er} juin au 15 août
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude
	
Sélection temporelle du référentiel	



1.2.2.5.6.4. Estimation du niveau d'activité

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

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

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

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

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

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

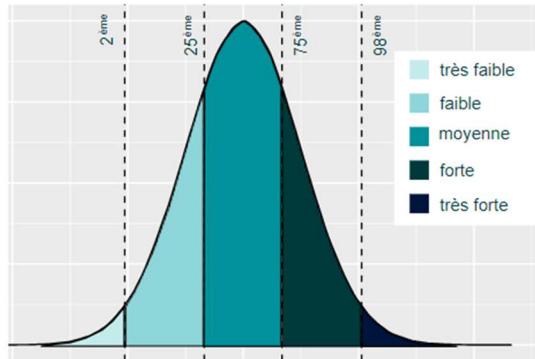


Figure 6 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude

Restitution des niveaux d'activité dans le rapport

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

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

1.2.2.5.7. Acquisition et croisement des données météorologiques

Les données météorologiques ont été transmises par ABO Energy. Elles ont été acquises par les capteurs disposés sur l'éolienne E05 du parc éolien de Neuville-aux-Bois. La vitesse de vent et la température sont mesurées à 91 m de haut. Les données sont enregistrées toutes les 10 minutes.

Des données météorologiques sont absentes sur quelques plages horaires où de l'activité de chauves-souris est enregistrée. L'absence de données sur ces périodes ne remet pas en cause l'analyse des données.

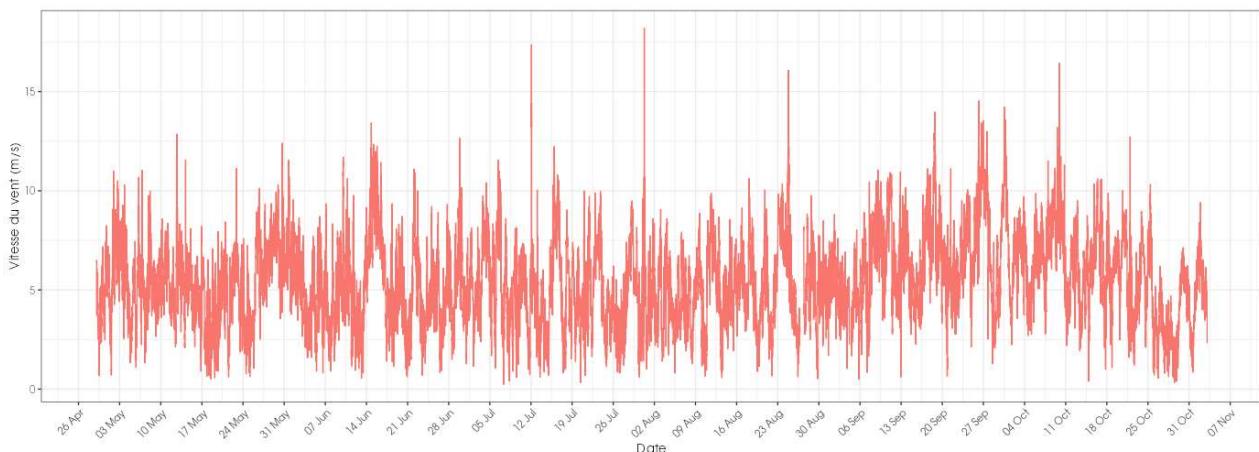


Figure 7 : Schéma temporel de la vitesse du vent à 91 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le 26 Avril jusqu'au 07 Novembre 2024

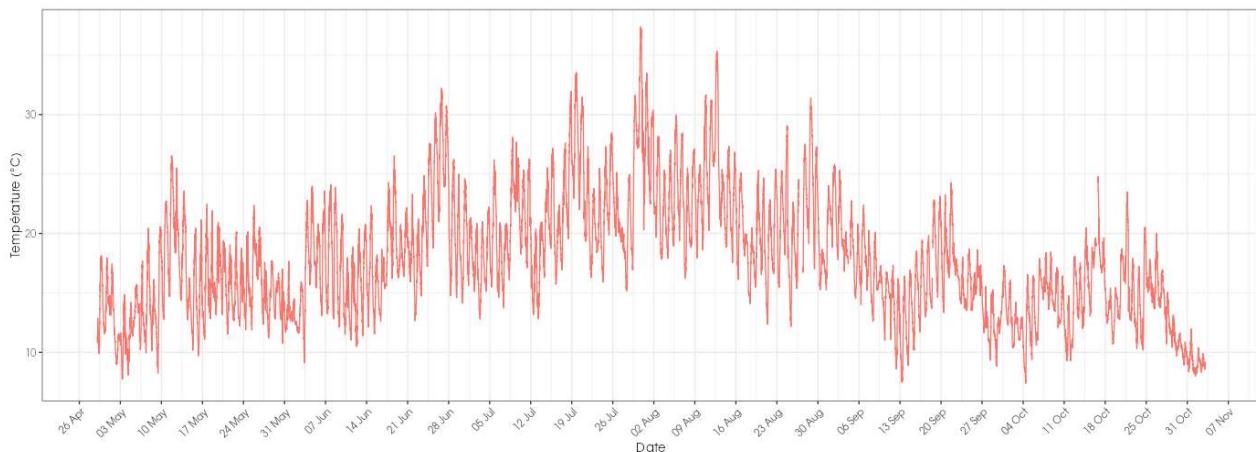


Figure 8 : Schéma temporel de la température à 91 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois, entre mai et novembre 2024

Une jointure est ensuite réalisée entre les données météorologiques et chiroptérologiques. Ainsi, pour chaque enregistrement de chauve-souris, nous disposons de la vitesse du vent et la température à 91 m ainsi que l'heure relative du contact (temps écoulé après l'heure du coucher du soleil, celui-ci variant au cours des mois).

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

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

1.2.3.1 Prospections de terrain

Les dates de passages et les conditions météorologiques sont détaillées dans le Tableau 5.

Ainsi, pour le suivi mortalité, 24 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 17 mai 2024 au 25 octobre 2024. Concernant le suivi des habitats, 1 passage a été réalisé le 29 mai 2024.

Tableau 5 : Prospections de terrain et informations météorologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
		Suivi de mortalité (24 passages)
1	17/05/2024	Nébulosité : 88%. Température : 15,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 5,7 km/h. Direction du vent : S
2	24/05/2024	Nébulosité : 95%. Température : 14,9 °C. Pluie : 0,55 mm/h. Vitesse du vent : 3,3 km/h. Direction du vent : NO
3	31/05/2024	Nébulosité : 99%. Température : 14,3 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 18,2 km/h. Direction du vent : NO
4	07/06/2024	Nébulosité : 0%. Température : 17,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 4,9 km/h. Direction du vent : N
5	14/06/2024	Nébulosité : 99%. Température : 18,3 °C. Pluie : 0,05 mm/h. Vitesse du vent : 26,3 km/h. Direction du vent : S
6	21/06/2024	Nébulosité : 98%. Température : 18,7 °C. Pluie : 2,57 mm/h. Vitesse du vent : 6,6 km/h. Direction du vent : O
7	28/06/2024	Nébulosité : 94%. Température : 19,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 9 km/h. Direction du vent : N
8	05/07/2024	Nébulosité : 94%. Température : 20,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14,2 km/h. Direction du vent : SO

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
9	12/07/2024	Nébulosité : 98%. Température : 16,3 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 17,4 km/h. Direction du vent : NO
10	19/07/2024	Nébulosité : 81%. Température : 28,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 5,5 km/h. Direction du vent : E
11	26/07/2024	Nébulosité : 99%. Température : 21,4 °C. Pluie : 0,11 mm/h. Vitesse du vent : 5,3 km/h. Direction du vent : NO
12	02/08/2024	Nébulosité : 91%. Température : 24,2 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 6,7 km/h. Direction du vent : NO
13	09/08/2024	Nébulosité : 97%. Température : 23 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 17,8 km/h. Direction du vent : O
14	16/08/2024	Nébulosité : 97%. Température : 22,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 15,5 km/h. Direction du vent : SO
15	23/08/2024	Nébulosité : 94%. Température : 22 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 30,6 km/h. Direction du vent : SO
16	30/08/2024	Nébulosité : 100%. Température : 17,3 °C. Pluie : 1,19 mm/h. Vitesse du vent : 18 km/h. Direction du vent : N
17	06/09/2024	Nébulosité : 100%. Température : 19,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 17,5 km/h. Direction du vent : E
18	13/09/2024	Nébulosité : 93%. Température : 13,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 17,5 km/h. Direction du vent : N
19	20/09/2024	Nébulosité : 93%. Température : 19 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 10,9 km/h. Direction du vent : E
20	27/09/2024	Nébulosité : 92%. Température : 13,2 °C. Pluie : 0,42 mm/h. Vitesse du vent : 34 km/h. Direction du vent : SO
21	04/10/2024	Nébulosité : 0%. Température : 11,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 12,5 km/h. Direction du vent : N
22	11/10/2024	Nébulosité : 91%. Température : 12,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 12,5 km/h. Direction du vent : E
23	18/10/2024	Nébulosité : 100%. Température : 14 °C. Pluie : 0,02 mm/h. Vitesse du vent : 14,3 km/h. Direction du vent : N
24	25/10/2024	Nébulosité : 98%. Température : 15,5 °C. Pluie : 0,32 mm/h. Vitesse du vent : 13,9 km/h. Direction du vent : S
Tests de préddation (2 tests)		
Test 1	20/05/2024	Dépôt de 25 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	05/08/2024	Dépôt de 25 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	07/06/2024	Dépôt de 75 leurres
Test 2	09/08/2024	Dépôt de 105 leurres
Test 3	27/09/2024	Dépôt de 90 leurres
Inventaire des habitats naturels (1 passage)		
1	19/05/2024	Bonnes conditions.
Suivi de l'activité des chiroptères		
-	Du 04/05 au 28/10/2024	Enregistrements en continu depuis l'éolienne E05, avec un microphone placé au niveau de la nacelle à 91 m de hauteur, du 2 mai au 4 novembre 2024, soit pendant 6 mois.

1.2.3.1 Réalisation des tests de prédation

Les deux tests de prédation ont été réalisés sur 14 jours sous l'ensemble des éoliennes du parc. Les tests de prédation ont été 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 ». En 2024, 25 cadavres de jeunes rats (fraîchement décongelés, catégories « Petit rats 25 – 50g ») ont été disposés de manière aléatoire (localisations générées seulement une fois par SIG puis réutilisées pour chaque test) sur l'ensemble des zones de prospections (tampon de 60 m autour des éoliennes). Les visites de contrôle ont été menées lors de différents jours (J+1, J+2, J+4, J+7, J+10, J+14), tôt le matin, pendant deux semaines. L'opérateur avait la charge de noter la présence de tous les cadavres avec identification et localisation des cadavres disparus à chaque passage dédié.

1.2.3.2 Réalisation des tests d'efficacité de l'observateur

Pour les secteurs prospectés, ce coefficient varie en fonction du couvert végétal (densité, hauteur) et, donc, de la période de l'année. Celui-ci a été évalué en plaçant des leurres à l'insu de l'observateur. Au minimum, 15 leurres par grand type d'habitat observé à chaque test ont été disposés aléatoirement (soit de 75 à 105 leurres disposés par test, Tableau 6). 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 9 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope

Tableau 6 : 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	E04	E05	Parc ensemble
Occupations du sol						
Céréales	0	0	15	0	0	15
Chaume	8	0	22	15	0	45
Chemin enherbé	0	0	0	0	15	15
Déchaume	10	5	15	15	0	45
Friche	0	30	0	0	15	45
Plateforme	8	5	8	13	11	45
Semis	0	11	19	0	15	45
Sol nu	0	0	0	0	15	15
Hauteurs de végétation (cm)						
0	8	16	27	13	26	90
5	10	20	0	15	15	60
10	0	0	15	0	15	30
15	0	0	15	0	0	15
20	8	15	22	0	0	45
50	0	0	0	0	15	15

	E01	E02	E03	E04	E05	Parc ensemble
60	0	0	15	0	0	15
Dates de tests						
07/06/2024	3	12	20	5	35	75
09/08/2024	11	17	42	18	17	105
27/09/2024	12	22	17	20	19	90
Total	26	51	79	43	71	270

1.2.3.1 Limites propres à la mise en œuvre du suivi

La capacité de détection des cadavres est variable entre observateurs (Ponce et al., 2010 ; Labrosse, 2009). C'est pour cette raison que la majeure partie du suivi a été réalisée par la même personne (qui a été testée) et que son remplacement par une tierce personne n'a été que ponctuel durant le suivi (6 / 24 passages réalisés).

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 fait de manière à pouvoir bénéficier d'un maximum de cas de figure rencontrés par l'opérateur en charge du suivi. Au total, avec les deux tests réalisés, ce sont 8 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 7 hauteurs différentes de végétation.

1.2.4 Équipe de travail

Une équipe pluridisciplinaire a été constituée dans le cadre de cette étude (Tableau 7).

Tableau 7 : Équipe de travail

Domaines d'intervention	Intervenants	Qualité et qualification
Coordination et rédaction de l'étude	Franck LETERME	Expert fauniste pluridisciplinaire Master 2 « Gestion de la biodiversité et des écosystèmes continentaux et côtiers » – 17 années d'expérience
Expertise des chiroptères à hauteur de nacelle et rédaction de cette partie de l'étude	Thibaud STRIBLEN	Expert chiroptérologue Master 2 « Biodiversité Ecologie Evolution », parcours « Gestion de l'environnement » – 2 ans d'expérience
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (15 sessions)	Emma HOUDIARD	Technicienne suivi mortalité Master 2 « biologie écologie et évolution », option « écologie comportementale et évolution » – 1 an d'expérience
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (8 sessions)	Gabriel JOBARD	Technicien suivi mortalité BTS Gestion et protection de la nature – 2 ans d'expérience
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (1 session)	Julien BARGE	Expert fauniste pluridisciplinaire BTS Gestion et protection de la nature – 4 ans d'expérience
Contrôle Qualité	Nicolas CARENTON	Chef de projet biostatistiques Master « Ecologie et Eco-Ingénierie des Zones Humides » – 3 ans d'expérience

2 Synthèse et analyse des résultats

2.1 Résultats du suivi des habitats naturels

Remarque importante : un habitat naturel est une zone terrestre ou aquatique se distinguant par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elle soit entièrement naturelle ou semi-naturelle. Tout en tenant compte de l'ensemble des facteurs environnementaux, la détermination des habitats naturels s'appuie essentiellement sur la végétation qui constitue le meilleur intégrateur des conditions écologiques d'un milieu (Bensettini *et al.*, 2001).

Malgré cela, les termes « habitat naturel », couramment utilisés dans les typologies et dans les guides méthodologiques sont retenus ici pour caractériser les végétations par souci de simplification.

2.1.1 Rappel des habitats naturels présents lors de la réalisation de l'étude d'impact

Les prospections de terrain ont été menées par l'Institut d'Ecologie Appliquée (IEA) sur la ZIP et aux abords immédiats les 01/06/2012 et 19/07/2012.

La ZIP était occupée majoritairement par des grandes cultures (blé, orge et colza). Le ruisseau La Laye du Nord, bordé d'ourlets riverains, traverse l'aire d'étude du sud-ouest au nord-est. Une propriété clôturée était couverte de fruticées, de broussailles, de pelouses et plantations de pins.

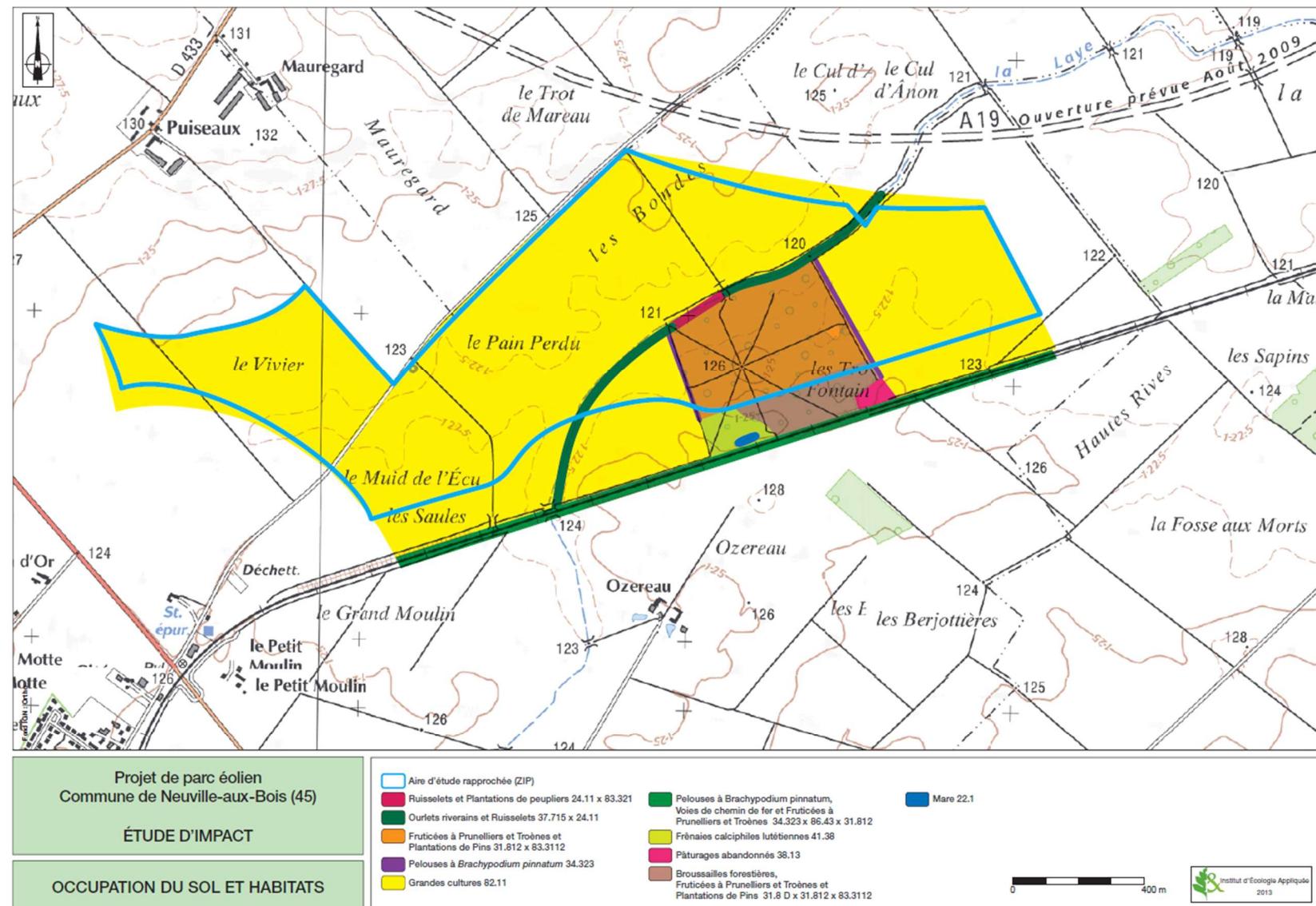
Le tableau ci-dessous liste tous les habitats rencontrés et leur concordance avec les typologies Corine Biotopes (Système de classification des habitats européens) et du réseau européen (Natura 2000).

Tableau 8 : Habitats recensés lors de l'étude d'impact dans l'aire d'étude biologique

Habitats Corine Biotopes	Codes Corine Biotopes	Codes Natura 2000
Ruisselets	24.11	/
Fruticées à Prunelliers et Troènes	31.812	/
Fruticées à Genévriers communs	31.88	5130-2
Pelouses semi-arides médio-européennes dominées par <i>Brachypodium pinnatum</i>	34.323	6210
Ourlets riverains mixtes	37.715	6430-4
Grandes cultures	82.11	/
Plantations de Pins européens	83.3112	/
Plantations de Peupliers	83.321	/
Terrains en friche	87.1	/

Aucune espèce végétale protégée ou menacée n'a été trouvée dans la zone d'implantation potentielle.

Cependant, le boisement des Trois Fontaines représente un enjeu sur le plan floristique, lié à la présence de deux habitats d'intérêt communautaire et de quatre espèces végétales déterminantes de ZNIEFF en région Centre. Cet intérêt est renforcé par la Laye du Nord, un ruisseau qui le longe en lisière Nord.



Carte 3 : Habitats naturels présents en 2013 au niveau du parc éolien de Neuville-aux-Bois avant son installation

2.1.2 Habitats présents dans l'aire d'étude immédiate en 2024

L'expertise des habitats naturels a été réalisée sur une zone tampon de 300 m autour des éoliennes du parc de Neuville-aux-Bois.

L'aire d'étude immédiate s'inscrit dans un contexte agricole voué essentiellement aux cultures intensives qui ne laissent que peu de place à la végétation spontanée.

2.1.3 Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels en 2024

Le tableau suivant précise, pour chaque type d'habitat identifié les typologies de référence, les statuts de patrimonialité et les enjeux écologiques spécifiques et contextualisés.

Tableau 9 : Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels présents dans l'aire d'étude immédiate

Libellé de l'habitat naturel	Rattachement phytosociologique	Typologie CORINE Biotopes	Typologie EUNIS	Typologie Natura 2000	Enjeu spécifique	Description	Enjeu contextualisé
Milieux humides et aquatiques							
Cours d'eau et végétations associées	/x <i>Convolvulion sepium</i>	24.11 x 37.71	/ x E5.41	/ x 6430	Moyen	Cet habitat correspond au ruisseau La Laye du Nord qui coule longitudinalement au centre de la ZIP. Localement, le cours d'eau est occupé par des végétations caractéristiques comme la véronique des fontaines (<i>Veronica beccabunga</i>), l'iris jaune (<i>Iris pseudacorus</i>), le Lycope d'Europe (<i>Lycopus europaeus</i>), l'Epilobe hirsute (<i>Epilobium hirsutum</i>), le Junc glauque (<i>Juncus inflexus</i>), la Baldingère (<i>Phalaris arundinacea</i>).	Faible
Végétations herbacées							
Prairie mésophile	<i>Trifolio montani - Arrhenatherenion elatioris</i>	38.22	E2.221	/	Faible	Cet habitat est présent dans le rayon de 300 m de E01, E02 et E03 sur les accotements de l'autoroute A19 et autour des bassins de rétention. Une bande prairiale sépare le boisement du champ cultivé dans le rayon de 300 m de E05 et le long du ruisseau de la Laye du Nord. Cet habitat est constitué d'espèces de graminées comme le Fromental (<i>Arrhenatherum elatius</i>), le Ray-grass (<i>Lolium perenne</i>), le Plantain lancéolé (<i>Plantago lanceolata</i>) et d'espèces prairiales comme l'Achillée millefeuille (<i>Achillea millefolium</i>), la Coronille bigarrée (<i>Coronilla varia</i>), le Géranium découpé (<i>Geranium dissectum</i>), la Mauve sylvestre (<i>Malva sylvestris</i>), le Salsifis des prés (<i>Tragopogon pratensis</i>)...L'Orchis pyramidal (<i>Anacamptis pyramidalis</i>), espèce protégée en région Centre mais non patrimoniale, a été observée dans les prairies. Son enjeu est faible.	Faible
Prairie des talus routiers	<i>Lathyro tuberosi - Arrhenatheretum elatioris</i>	38.22	E2.221	NC	Faible	Ces prairies sont situées le long des routes et chemins. Elles sont constituées d'un cortège appauvri de prairie de par la gestion pratiquée. Elles sont constituées de graminées comme le Fromental (<i>Arrhenatherum elatius</i>), le Dactyle aggloméré (<i>Dactylis glomerata</i>), le Ray-grass commun (<i>Lolium perenne</i>) et d'espèces prairiales comme la Pâquerette (<i>Bellis perennis</i>), la Mauve sylvestre (<i>Malva sylvestris</i>), la Berce sphondyle (<i>Heracleum sphondylium</i>).	Faible
Chemin enherbé	<i>Lathyro tuberosi - Arrhenatheretum elatioris</i>	38.22	E2.22	/	Négligeable	Des chemins enherbés sont présents dans le rayon de 300 m autour de E03 pour desservir les champs cultivés et pour accéder aux bassins de rétention et au niveau de E05 pour desservir les champs le long du cours d'eau.	Négligeable

Libellé de l'habitat naturel	Rattachement phytosociologique	Typologie CORINE Biotopes	Typologie EUNIS	Typologie Natura 2000	Enjeu spécifique	Description	Enjeu contextualisé
						Cet habitat comporte des espèces de prairies comme le Dactyle aggloméré (<i>Dactylis glomerata</i>), le Ray-grass (<i>Lolium perenne</i>), le Plantain lancéolé (<i>Plantago lanceolata</i>), le Liseron des champs (<i>Convolvulus arvensis</i>), la Renouée des oiseaux (<i>Polygonum aviculare</i>) ...	
Friche vivace	<i>Artemisietae vulgaris</i>	87.1	I1.53	/	Faible	Cet habitat est présent aux abords du poste de livraison vers E01, sur le délaissé routier et le bâtiment vers E04 et le long de la bretelle de service vers l'A19 à proximité de E01. Il s'agit de parcelles remaniées, colonisées par des espèces nitrophiles comme l'Armoise commune (<i>Artemisia vulgaris</i>), la Laitue scarole (<i>Lactuca serriola</i>), la Grande Bardane (<i>Arctium lappa</i>), le Laiteron potager (<i>Sonchus oleraceus</i>), la Picride éperviaire (<i>Picris hieracioides</i>) ...	Faible
Végétations boisées							
Fourrés arbustifs et manteaux forestiers	<i>Rhamno catharticae - Prunetea spinosae</i>	/	NC	NC	Faible	Le boissement des « Trois Fontaines » est une propriété clôturée non accessible. Seules les bordures ont été prospectées. Cette parcelle est couverte de fourrés constitués de Tremble (<i>Populus tremula</i>), de Frêne (<i>Fraxinus excelsior</i>), de Sureau noir (<i>Sambucus nigra</i>), de Charme commun (<i>Betulus carpinus</i>), de Chêne pédonculé (<i>Quercus robur</i>), d'Erable sycomore (<i>Acer pseudoplatanus</i>), de Prunellier (<i>Prunus spinosa</i>), de ronces (<i>Rubus sp.</i>) et de plantations de Pin noir (<i>Pinus nigra</i>). Les lisières sont colonisées par le Cornouiller sanguin (<i>Cornus sanguinea</i>), la Clématite des haies (<i>Clematis vitalba</i>), l'Eglantier (<i>Rosa canina</i>).	Faible
Végétations rudérales et anthropiques							
Cultures (champ de céréales, champ de betteraves)	<i>Stellarietea mediae</i>	82.1	I1.1	/	Faible	L'aire d'étude est principalement constituée de cultures intensives, laissant peu de place au développement de la flore spontanée. En bordure des champs, on retrouve la Renouée des oiseaux (<i>Polygonum aviculare</i>), le Chénopode blanc (<i>Chenopodium album</i>), le Coquelicot (<i>Papaver rhoeas</i>), le Cirse des champs (<i>Cirsium arvense</i>), la Fallopie des champs (<i>Fallopia arvensis</i>), le Liseron des champs (<i>Convolvulus arvensis</i>). Les cultures rencontrées sont du blé, de l'orge, des betteraves, du maïs ou étaient en cours de semis.	Négligeable
Prairie semée	<i>Trifolio hybridii - Lolietum multiflori</i>	81.1	E2.61	NC	Faible	Cette parcelle située entre E01 et E02 est semée de Fromental (<i>Arrhenatherum elatius</i>), de Vulpin des champs (<i>Alopecurus myosuroides</i>) et du Gaillet gratteron (<i>Galium aparine</i>) se développe naturellement.	Négligeable

Libellé de l'habitat naturel	Rattachement phytosociologique	Typologie CORINE Biotopes	Typologie EUNIS	Typologie Natura 2000	Enjeu spécifique	Description	Enjeu contextualisé
Friche post-culturale	/	87.1	E5.1	NC	Faible	Il s'agit de parcelles remaniées, colonisées par des espèces compagnes des cultures comme le Chénopode blanc (<i>Chenopodium album</i>), la Matricaire camomille (<i>Matricaria chamomilla</i>), le Cirse vulgaire (<i>Cirsium vulgare</i>), le Laiteron potager (<i>Sonchus oleraceus</i>).	Négligeable
Milieux non végétalisés							
Eolienne	/	/	J4	/	Nul	Cinq éoliennes sont présentes.	Nul
Plateforme	/	/	J4	/	Nul	Les plateformes des 5 éoliennes sont recouvertes de gravillons.	Nul
Poste de livraison	/	86	J4	/	Nul	Un poste de livraison est situé à côté de E01.	Nul
Bassin de rétention	/	89.24	J6.31	NC	Négligeable	Deux bassins de rétention sont situés en bordure de l'autoroute A19 à proximité de E03.	Négligeable
Fossé	/	89.22	J5.41	NC	Négligeable	Un fossé de trop plein s'écoule des bassins de rétention vers la Laye du nord.	Négligeable
Chemin stabilisé	/	86	J4.2	/	Négligeable	Les chemins d'accès aux 5 éoliennes sont couverts de graviers.	Négligeable
Bâtiment	/	86	J4	/	Nul	Ce bâtiment correspond à un local technique en bordure d'un champ à proximité de E04.	Nul
Route goudronnée	/	86	J4.2	/	Négligeable	L'autoroute A19 est présente dans le rayon des 300 m de E01, E02 et E03. La route goudronnée est située dans le rayon des 300 m de E01 et E04.	Négligeable



Cours d'eau et végétations associées vers E05



Cours d'eau et végétations associées vers E03



Prairie mésophile vers les bassins de rétention



Prairie mésophile avec Orchis pyramidal vers E01



Prairie des talus routiers vers E04



Prairie des talus routiers vers E01



Chemin enherbé vers E04



Chemin enherbé vers E05



Friche vivace vers E04



Friche vivace vers le poste de livraison



Fourrés arbustifs et manteaux forestiers



Fourrés arbustifs et manteaux forestiers



Cultures (champ de céréales)



Cultures (champ de betteraves)



Prairie semée vers E01



Friche post-culturelle vers E03



Eolienne E01 et sa plateforme © Biotope, 2024



Eolienne E02 et sa plateforme © Biotope, 2024



Eolienne E03 et sa plateforme © Biotope, 2024



Eolienne E04 et sa plateforme © Biotope, 2024



Eolienne E05 et sa plateforme © Biotope, 2024



Poste de livraison



Bassin de rétention



Fossé



Chemin stabilisé



Bâtiment

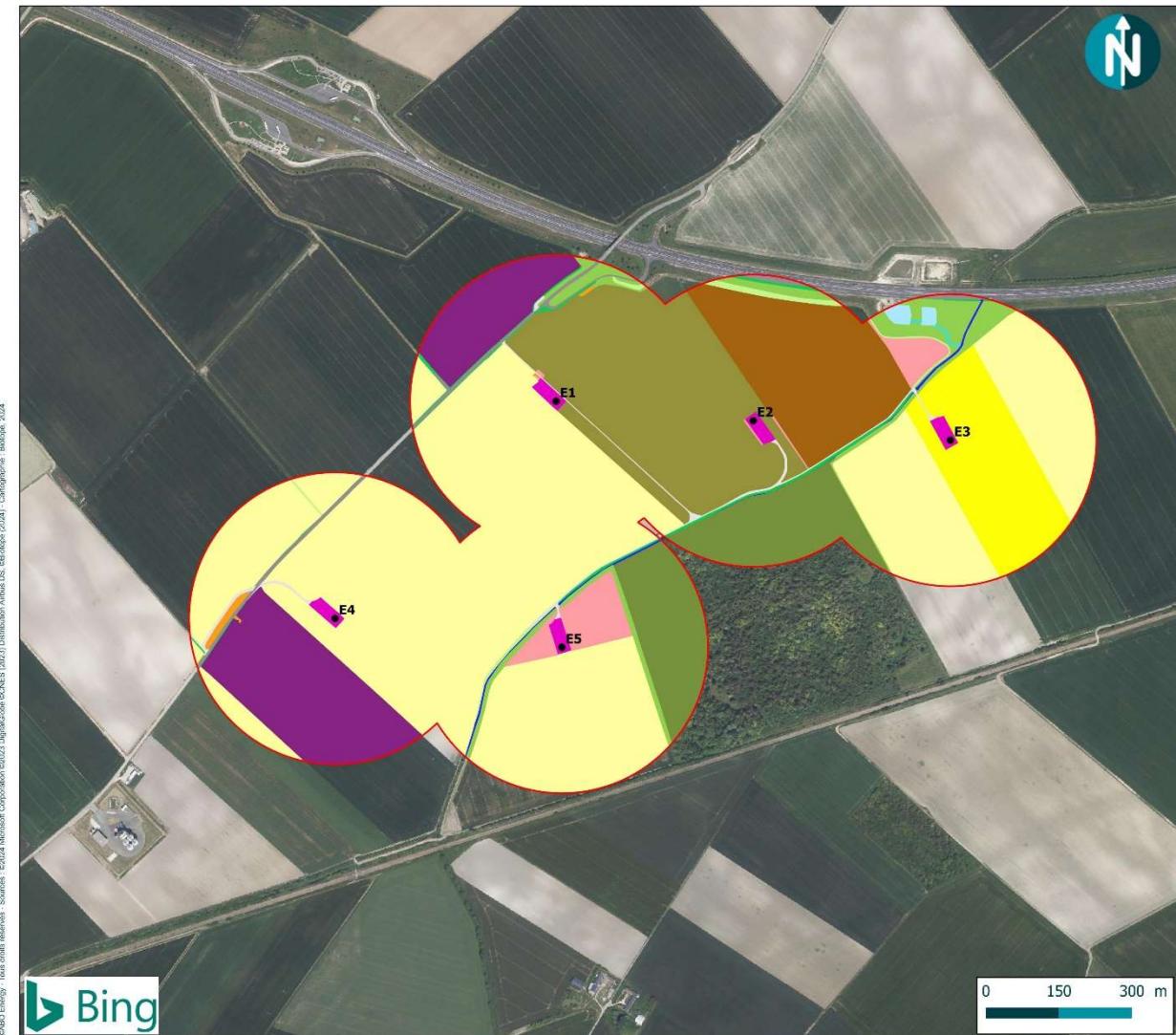


Route goudronnée (autoroute A19)



Route goudronnée

Figure 10 : Habitats naturels présents dans les 300 m des éoliennes



Occupation du sol

Suivis environnementaux
Parc éolien de Neuville-aux-Bois (45)

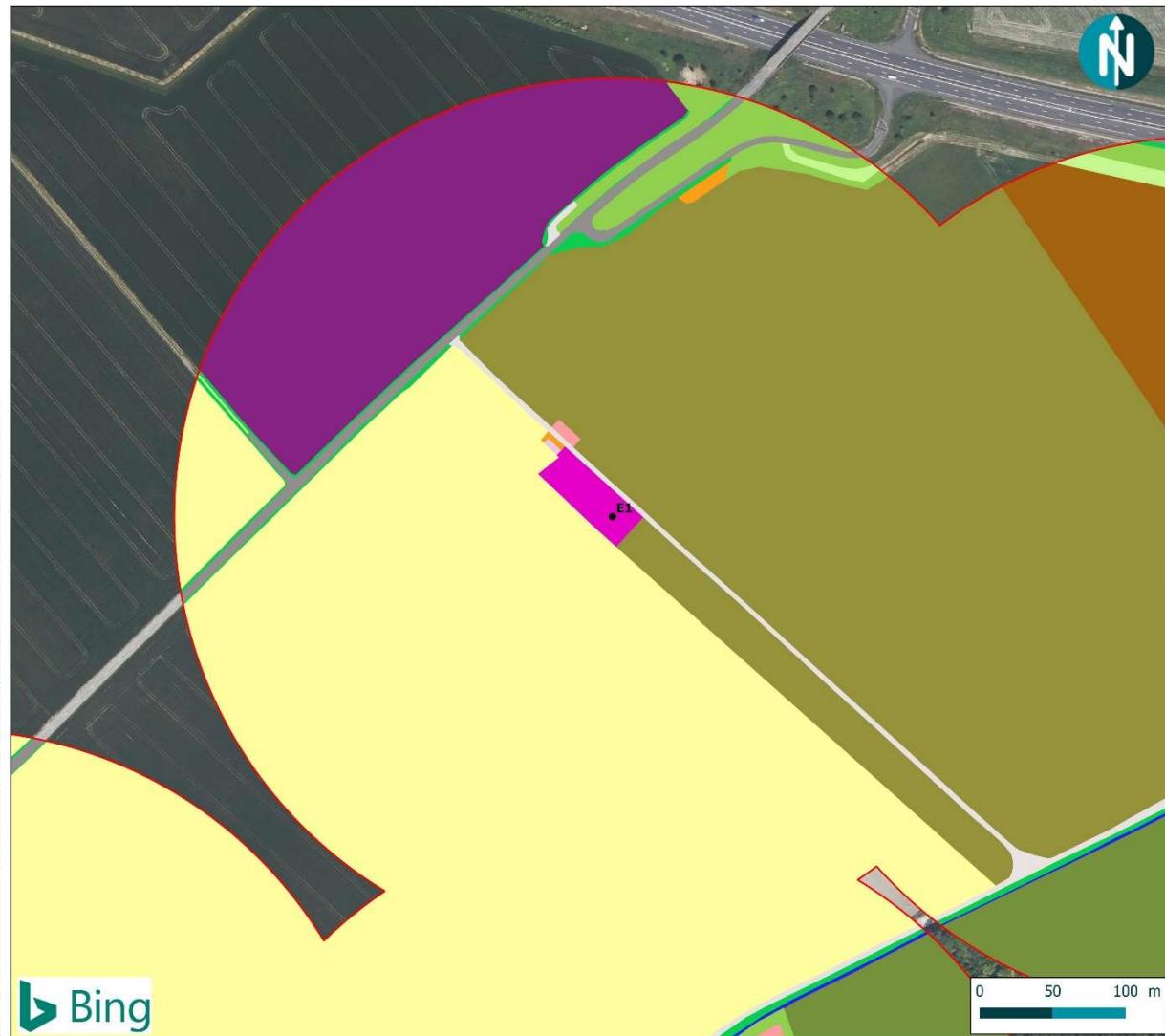
- Eolienne du parc de Neuville-aux-Bois
- Zone tampon de 300 m

Habitats

- Cours d'eau et végétations associées
- Prairie mésophile
- Prairie des talus routiers
- Chemin enherbé
- Friche vivace
- Fourrés arbustifs et manteaux forestiers
- Champ de céréales
- Champ de betteraves
- Champ de maïs
- Champ non semé
- Prairie semée
- Friche post-culturelle
- Plateforme de l'éolienne
- Poste de livraison
- Bassin de rétention
- Fossé
- Chemin stabilisé
- Bâtiment
- Route goudronnée



Carte 4 : Occupation du sol au niveau du parc éolien de Neuville-aux-Bois en 2024



Occupation du sol au niveau de E1

Suivis environnementaux
Parc éolien de Neuville-aux-Bois (45)

- Eolienne du parc de Neuville-aux-Bois
- Zone tampon de 300 m

Habitats

- Cours d'eau et végétations associées
- Prairie mésophile
- Prairie des talus routiers
- Chemin enherbé
- Friche vivace
- Fourrés arbustifs et manteaux forestiers
- Champ de céréales
- Champ de betteraves
- Champ non semé
- Prairie semée
- Friche post-culturelle
- Plateforme de l'éolienne
- Poste de livraison
- Chemin stabilisé
- Route goudronnée



Carte 5 : Occupation du sol de l'éolienne E01 du parc éolien de Neuville-aux-Bois en 2024



Occupation du sol au niveau de E2

Suivi environnementaux
Parc éolien de Neuville-aux-Bois (45)

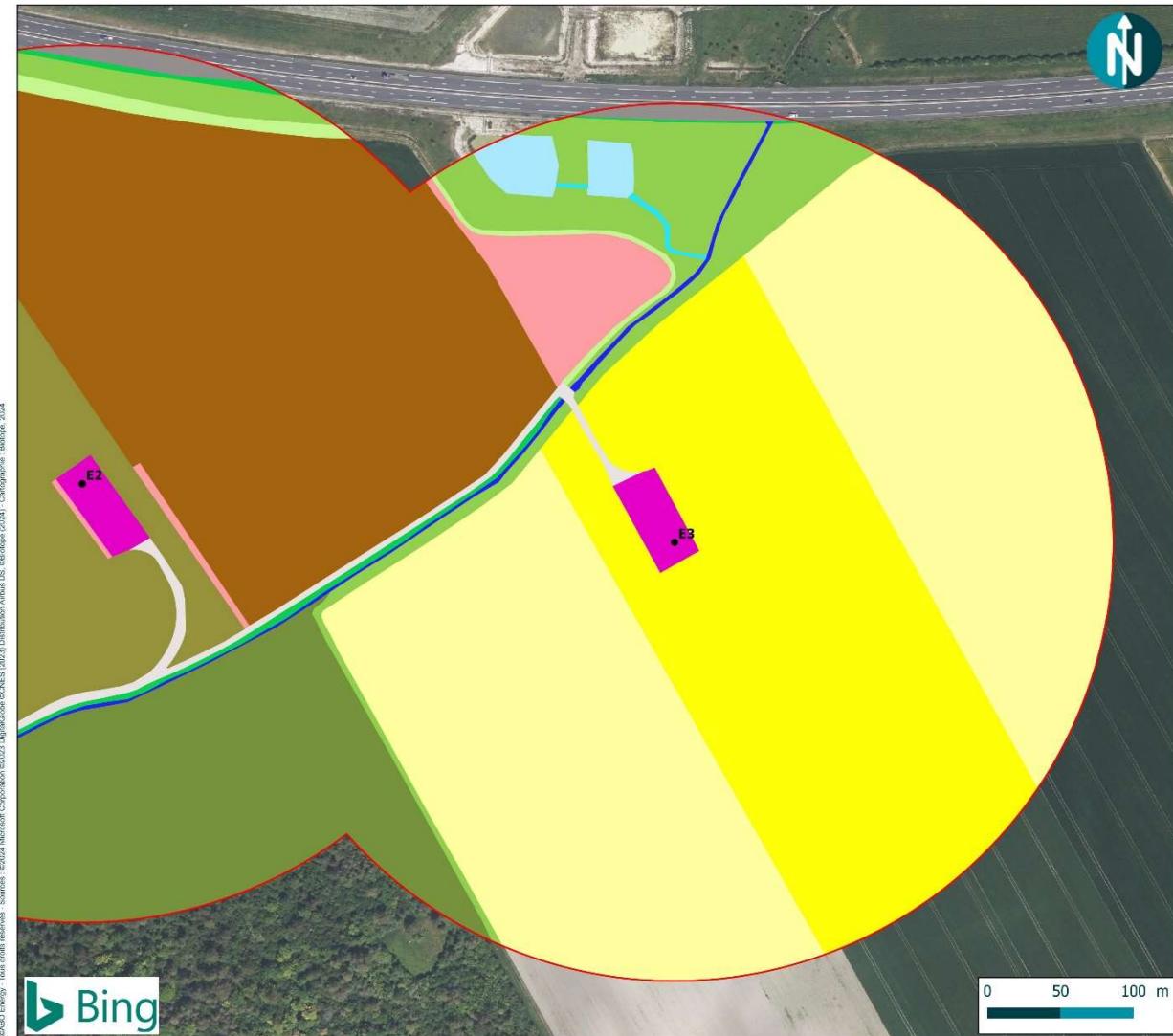
- Eolienne du parc de Neuville-aux-Bois
- Zone tampon de 300 m

Habitats

- Cours d'eau et végétations associées
- Prairie mésophile
- Prairie des talus routiers
- Chemin enherbé
- Friche vivace
- Fourrés arbustifs et manteaux forestiers
- Champ de céréales
- Champ de betteraves
- Champ de maïs
- Champ non semé
- Prairie semée
- Friche post-culturelle
- Plateforme de l'éolienne
- Bassin de rétention
- Fossé
- Chemin stabilisé
- Route goudronnée



Carte 6 : Occupation du sol de l'éolienne E02 du parc éolien de Neuville-aux-Bois en 2024



Occupation du sol au niveau de E3

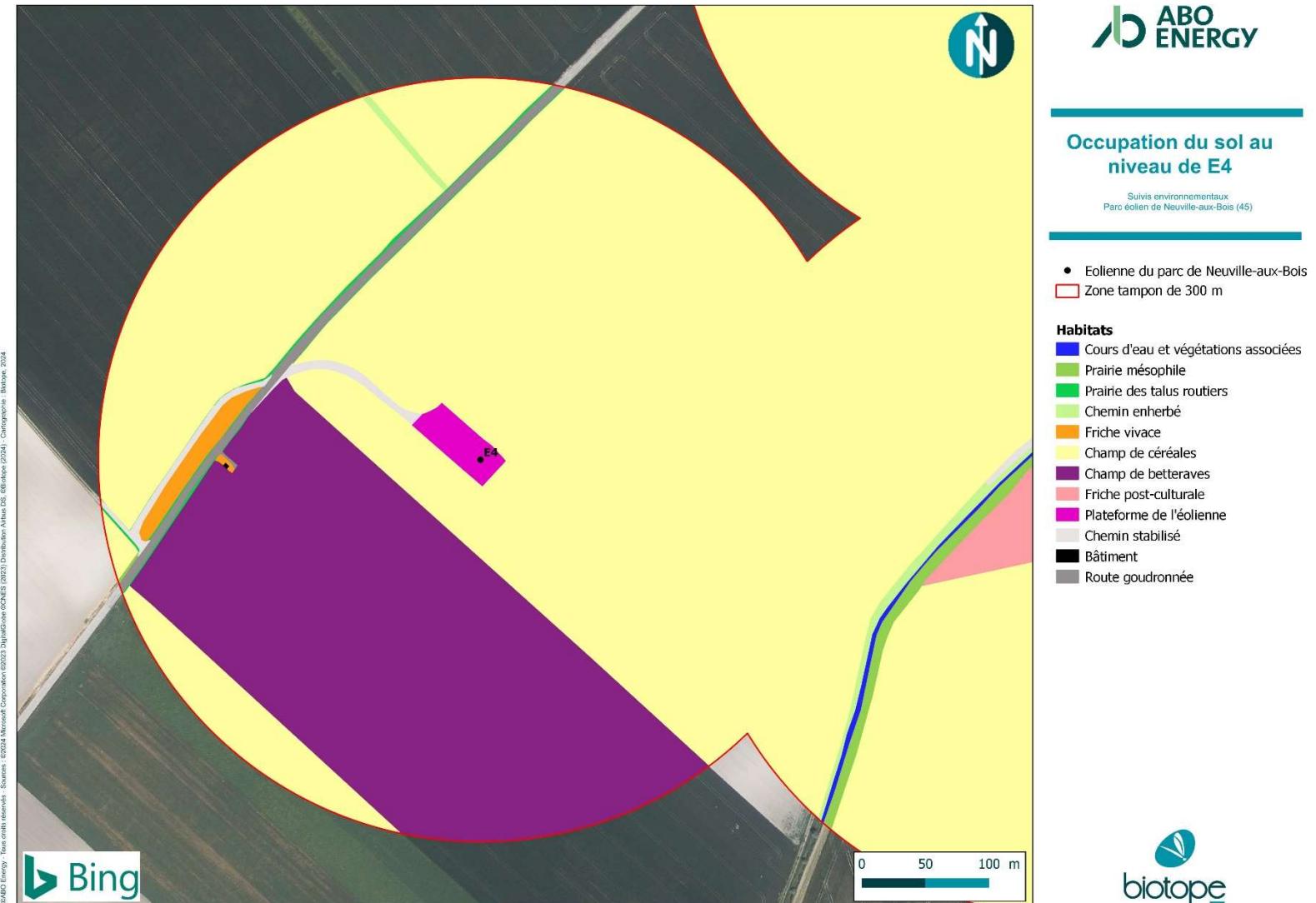
Suivi environnementaux
Parc éolien de Neuville-aux-Bois (45)

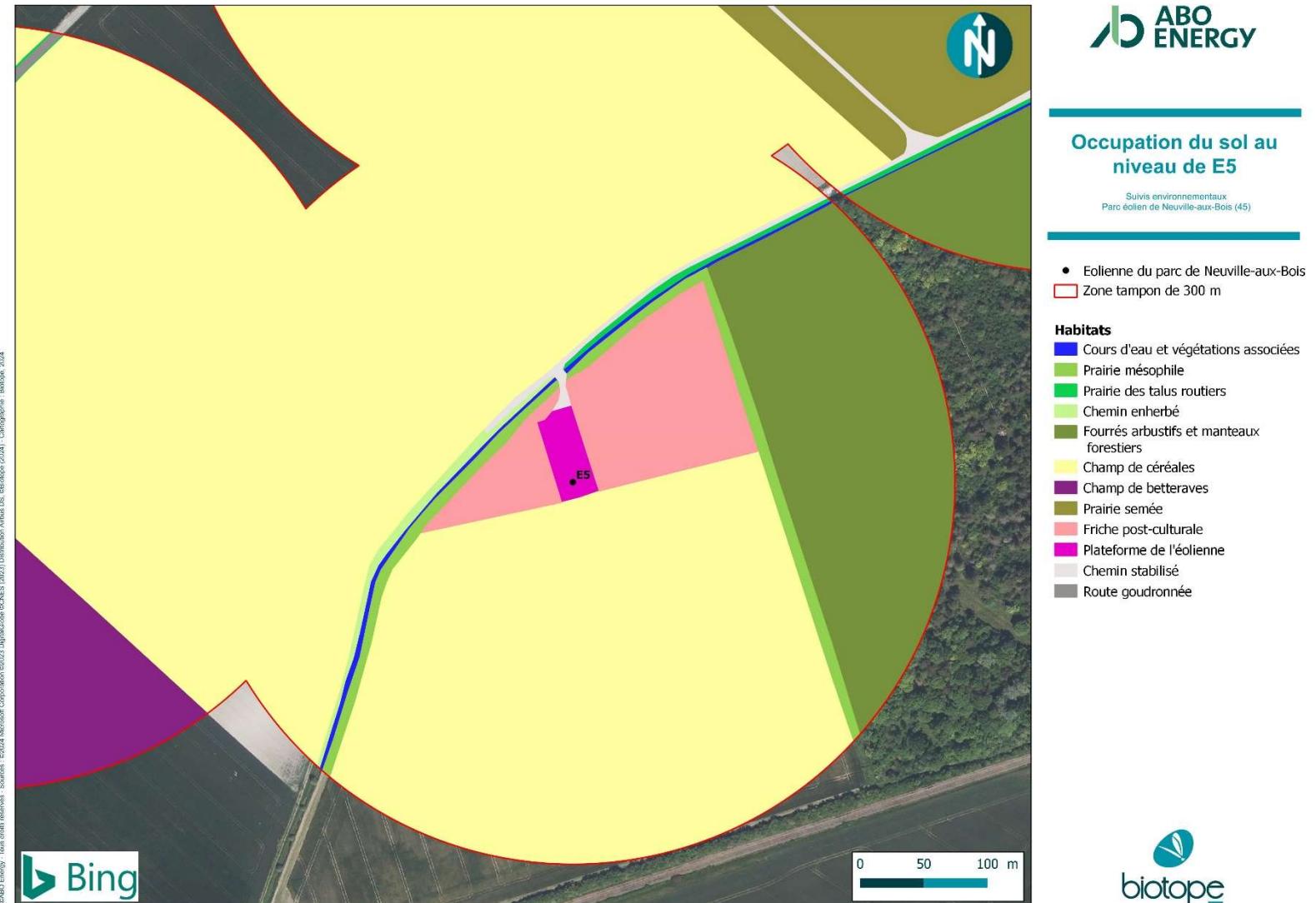
- Eolienne du parc de Neuville-aux-Bois
- Zone tampon de 300 m

Habitats

- Cours d'eau et végétations associées
- Prairie mésophile
- Prairie des talus routiers
- Chemin enherbé
- Fourrés arbustifs et manteaux forestiers
- Champ de céréales
- Champ de maïs
- Champ non semé
- Prairie semée
- Friche post-culturale
- Plateforme de l'éolienne
- Bassin de rétention
- Fossé
- Chemin stabilisé
- Route goudronnée







2.1.4 Comparaison des habitats naturels avant / après l'implantation du parc éolien de Neuville-aux-Bois

Lors de l'état initial mené en 2012, l'aire d'étude était plus restreinte que la zone tampon de 300 m étudiée en 2024. Ainsi, la bordure de l'A19 et les milieux riverains dont les prairies des bas-côtés routiers et les bassins de rétention n'avaient pas été étudiés. L'occupation du sol reste identique au niveau des champs cultivés. Quelques secteurs de friches ont été notés en 2024 le long de la route ; ceux-ci sont récents.

La parcelle boisée des Trois Fontaines étant une propriété privée clôturée, seules les bordures ont été inventoriées. Les habitats de lisières sont des fourrés arbustifs et des manteaux forestiers. Ils sont assez similaires à ceux relevés en 2012.

D'un point de vue général, l'occupation du sol est restée identique à celle relevée en 2012. Les seuls changements sont dus à la création du parc avec l'implantation des éoliennes et des plateformes et la stabilisation des chemins d'accès aux éoliennes en graviers.

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

2.2.1 Espèces contactées

D'après les enregistrements réalisés en hauteur, 8 espèces de chiroptères sont présentes ou considérées comme telles au niveau du parc éolien de Neuville-aux-Bois :

- 6 espèces contactées lors des inventaires de terrain :
 - Grand Murin (*Myotis myotis*) ;
 - Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*) ;
 - Noctule commune (*Nyctalus noctula*) ;
 - Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) ;
 - Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ;
 - Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*).
- 2 groupes d'espèces correspondant aux contacts de chiroptères n'ayant pas pu être déterminés jusqu'à l'espèce par la méthode acoustique :
 - Groupes des « sérotules » (*Eptesicus serotinus* / *Nyctalus sp.*) ;
 - Groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius (*Pipistrellus kuhlii* / *P. nathusii*).
- 2 espèces non identifiées lors des enregistrements mais considérées comme présentes sur l'aire d'étude rapprochée compte tenu des groupes d'espèces contactés :
 - Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ;
 - Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*).

En 2024, huit espèces de chauves-souris ont été contactées, à hauteur de nacelle, au niveau de l'éolienne E05, ce qui représente 32% des 25 espèces présentes en région Centre-Val de Loire.

La richesse spécifique contactée lors de l'étude en hauteur (8 espèces) est jugée moyenne. Néanmoins, il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en hauteur.

Tableau 10 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc de Neuville-aux-Bois de mai à octobre 2024

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux		
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	An. II et IV	Art. 2	LC	LC	DZ
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	An. IV	Art. 2	NT	LC	-
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	An. IV	Art.2	VU	LC	-
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	An. IV	Art. 2	VU	NT	DZ
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	An. IV	Art. 2	NT	NT	DZ
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	An. IV	Art. 2	NT	LC	-
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	An. IV	Art. 2	LC	LC	-
Pipistrelle de Nathusius	An. IV	Art. 2	NT	NT	DZ

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux		
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF
<i>Pipistrellus nathusii</i>					

Légende :

- An. II/IV : espèces inscrites aux annexes II et/ou IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats ».
- Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.
- Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus.
- LRN : La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine (IUCN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017) : RE : disparu de France métropolitaine ; CR : en danger critique ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable ; NE : non évalué.
- LRR : Liste rouge régionale des mammifères (Liste rouge des chauves-souris de la région Centre-Val de Loire, CSRPN : 2012) : RE : disparu au niveau régional ; CR : en danger critique ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable ; NE : non évalué.
- Dét. ZNIEFF : listes d'espèces déterminantes des ZNIEFF, Liste actualisée et validée en CSRPN du 15 décembre 2015 : DZ : espèce déterminante ; DZsc : espèce déterminante sous conditions ; DZc : espèce complémentaire.

2.2.2 Abondance relative

Au cours de la période d'enregistrement (186 nuits exploitables entre le 2 mai au 4 novembre 2024), 5 928 contacts de 5 secondes ou 2 805 minutes (soit 46h45) d'enregistrement avec présence de chauves-souris, communément appelées « minutes positives », ont été obtenus.

Le tableau suivant synthétise la répartition des contacts enregistrés par espèce et groupe d'espèces de chiroptères obtenue à hauteur de nacelle (91 m), pendant les 186 nuits d'écoute.

Tableau 11 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 91 m

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	4	<1%	4	<1%
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	1	<1%	1	<1%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	1 522	25,7%	760	27,1%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	922	15,6%	520	18,5%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1 071	18,1%	496	17,7%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i> .	1 293	21,8%	367	13,1%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	38	0,6%	31	1,1%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus sp.</i>	1 077	18,2%	626	22,3%
Total général	5 928	100%	2 805	100%

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

- La **Noctule commune** est l'espèce la plus représentée en altitude, avec 27% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude. Cette espèce est typiquement fortement représentée en altitude ;
- Le groupe **Sérotine commune / Noctules indéterminées** est fortement représenté avec 22,3% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. L'activité des quatre espèces comprises dans ce groupe peut donc être sous-estimée.

- La **Noctule de Leisler** est la deuxième espèce la plus fréquente sur site avec 18,5% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude.
- La **Pipistrelle commune** est également assez fréquente sur site avec 17,7% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude.
- Le groupe **Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius**, représente 13,1% des « minutes positives » enregistrées sur ce parc. Bien que non identifiées, ces deux espèces sont donc présentent en altitude.
- La **Sérotine commune** représente également une petite part des contacts en altitude avec 1,1% des « minutes positives ».
- Le **Grand Murin** est peu fréquent sur site, avec moins de 1% des « minutes positives ».
- La **Grande Noctule** est également peu fréquente sur site, mais cette espèce est particulièrement rare en région Centre-Val de Loire. Cette noctule représente sur le site 1 minute positive sur les 2 805 minutes enregistrées.

En 2024, le suivi a permis de comptabiliser 2 805 minutes positives au cours des 186 nuits de suivi effectives. Ainsi, **on obtient une moyenne de 15,1 minutes positives par nuit.**

2.2.3 Evaluation de l'activité en hauteur

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

Tableau 12 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur sur l'ensemble de la période d'enregistrement

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité en 2024 quand présence ou absence	Niveau d'activité en 2024 quand présence uniquement
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	186	2,2%	0,022	1	Activité très forte	Activité très faible
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	186	0,5%	0,005	1	Activité forte	Activité très forte
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	186	43%	4,086	9,5	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	186	48,9%	2,796	5,714	Activité très forte	Activité très forte
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii / P. nathusii</i>	186	29%	1,973	6,796	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	186	41,4%	2,667	6,442	Activité très forte	Activité très forte
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	186	12,9%	0,167	1,292	Activité très forte	Activité très faible
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus / Nyctalus sp.</i>	186	53,2%	3,366	6,323	Activité très forte	Activité forte
Toutes espèces	186	73%	12,68	17,34	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

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

Sur l'ensemble de la période suivie, toutes les espèces montrent une activité jugée très forte à l'exception de la Grande Noctule qui présente une activité jugée forte. Il est à noter que la comparaison avec le référentiel d'activité pour la Grande Noctule et le Grand Murin se base sur un référentiel comprenant peu d'observations de ces espèces. Les résultats d'activité pour ces deux espèces sont donc peu représentatifs.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 73 % des nuits, avec une activité très forte.

2.2.3.1 Activité en période printanière (mai)

Tableau 13 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période printanière

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité au printemps quand présence ou absence	Niveau d'activité au printemps quand présence uniquement
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	30	10,0%	0,2	2	Activité très forte	Activité moyenne
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	30	30,0%	0,567	1,889	Activité très forte	Activité faible
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i> .	30	16,7%	0,167	1	Activité moyenne	Activité très faible
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	30	16,7%	0,3	1,8	Activité moyenne	Activité très faible
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	30	13,3%	0,167	1,25	Activité très forte	Activité très faible
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus sp.</i>	30	20,0%	0,233	1,167	Activité forte	Activité très faible
Toutes espèces	30	60,0%	1,5	2,5	Activité forte	Activité moyenne

Légende :

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

Au cours de période printanière, trois espèces présentent une activité très forte. Il s'agit de la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Sérotine commune. Le groupe Sérotine commune/Noctules indéterminées présente une activité jugée forte. La Pipistrelle commune ainsi que le groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius ont une activité printanière jugée moyenne.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 60% des nuits, avec une activité forte.

2.2.3.2 Activité en période estivale (juin à mi-août)

Tableau 14 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période estivale

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité en période estivale quand présence ou absence	Niveau d'activité en période estivale quand présence uniquement
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	76	1,3%	0,013	1,	Activité très forte	Activité forte
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	76	38,2%	2,763	7,241	Activité très forte	Activité forte
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	76	51,3%	2,842	5,538	Activité très forte	Activité très forte
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i>	76	25,0%	2,276	9,105	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	76	47,4%	3,776	7,972	Activité très forte	Activité très faible
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	76	13,2%	0,171	1,3	Activité très forte	Activité forte
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	76	56,6%	3,592	6,349	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	76	76,0%	13,01	17,05	Activité très forte	Activité forte

Légende :

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

Au cours de la période estivale, l'ensemble des espèces ou groupe d'espèces ont une activité jugée très forte.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 76% des nuits, avec une activité très forte.

2.2.3.3 Activité en période automnale (mi-août à novembre)

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

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité à l'automne quand présence ou absence	Niveau d'activité à l'automne quand présence uniquement
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	80	3,8%	0,038	1	Activité très forte	Activité très forte
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	80	1,3%	0,013	1	Activité très forte	Activité très forte
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	80	58,8%	6,575	11,191	Activité très forte	Activité très forte

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité à l'automne quand présence ou absence	Niveau d'activité à l'automne quand présence uniquement
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	80	52,5%	3,525	6,714	Activité très forte	Activité moyenne
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i> .	80	37,5%	2,363	6,3	Activité très forte	Activité très faible
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	80	45,0%	2,5	5,556	Activité très forte	Activité moyenne
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	80	12,5%	0,163	1,3	Activité très forte	Activité très forte
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	80	61,3%	4,15	6,776	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	80	74,0%	16,24	22,02	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

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

Au cours de la période automnale, l'ensemble des espèces ou groupe d'espèces ont une activité jugée très forte.

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

2.2.4 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur

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

Série temporelle de l'activité acoustique

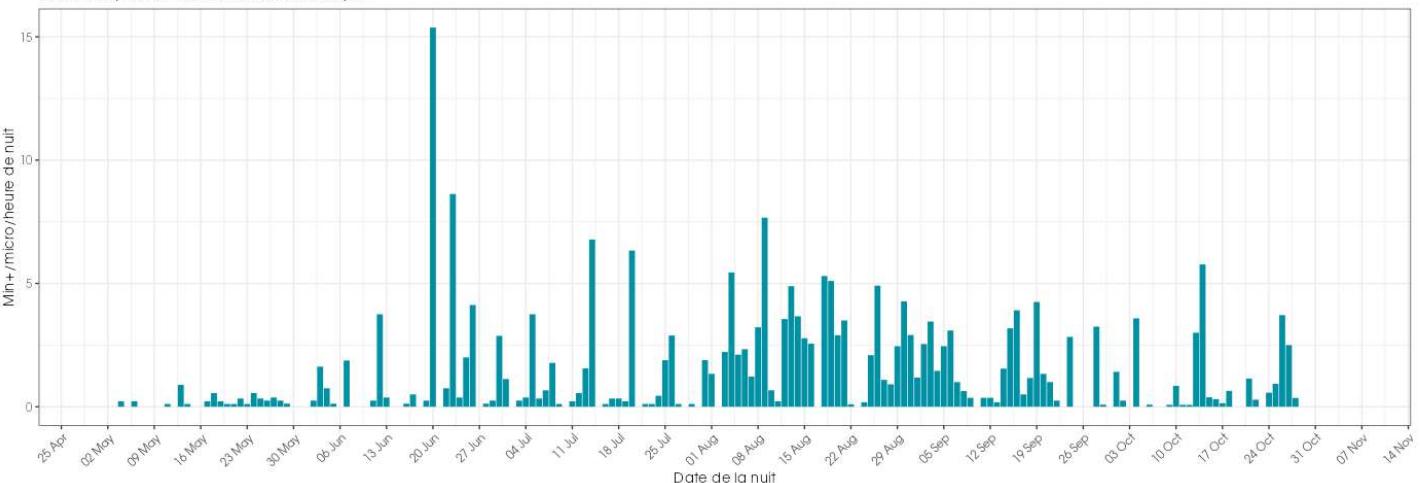


Figure 11 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistrée en altitude (91 m) au niveau de l'éolienne E05 de mai 2024 à novembre 2024

L'activité enregistrée à 91 m au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois montre d'importantes variations de l'activité des chauves-souris. Les pics d'activité les plus importants ont été observés en période estivale, le 20 et 23 juin. On note également plusieurs pics d'activité en juillet (période estivale) et en août (période automnale).

2.2.4.1 Activité mensuelle

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

On note tout d'abord un augmentation de l'activité en juin avant de diminuer en juillet puis un pic d'activité mensuel en août avant de diminuer progressivement au cours de la période automnale.

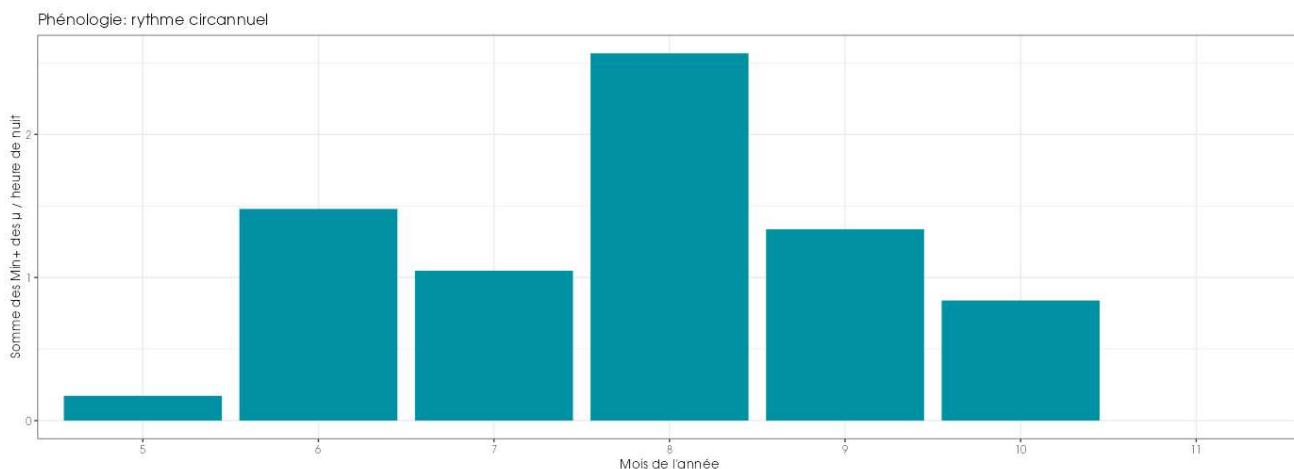


Figure 12 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistrées en altitude (91 m) au niveau de l'éolienne E05 de mai à novembre 2024

▪ Pipistrelle commune

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente 17,7 % du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de moyenne à très forte entre le printemps et l'automne.

L'activité de la Pipistrelle commune est faible au printemps puis atteint son maximum en juin avant de rediminuer progressivement de juillet à octobre.

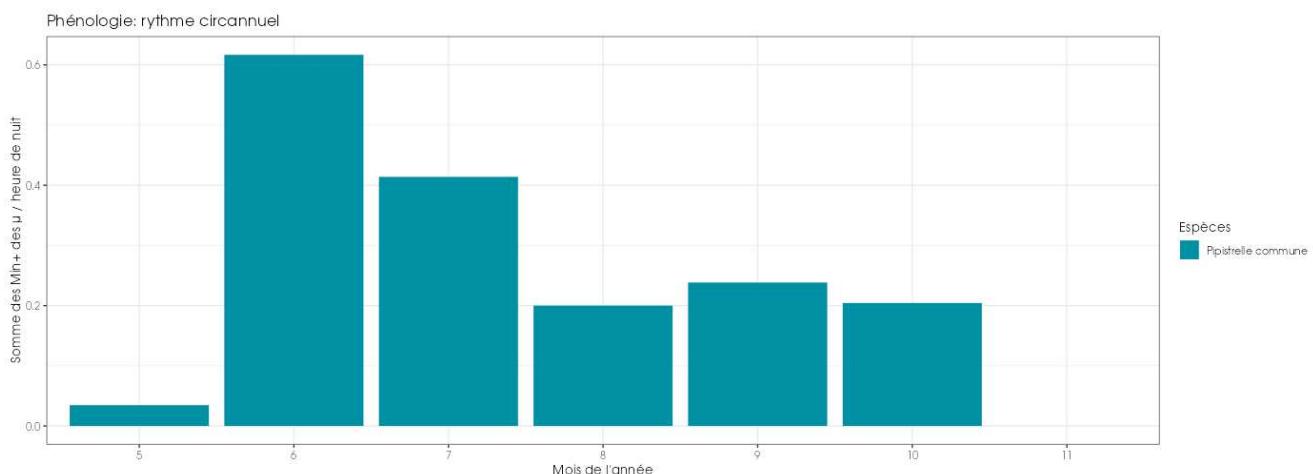


Figure 13 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois en 2024

- Groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius**

Pour rappel, le groupe Pipistrelle de Kuhl / Nathusius représente 13,1 % du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de moyenne à très forte entre le printemps et l'automne.

L'activité du groupe Pipistrelle de Kuhl / Nathusius est faible au printemps puis atteint son maximum en juin avant de redémarrer progressivement en juillet et août. L'activité augmente ensuite à nouveau au cours des mois de septembre et octobre (période automnale).

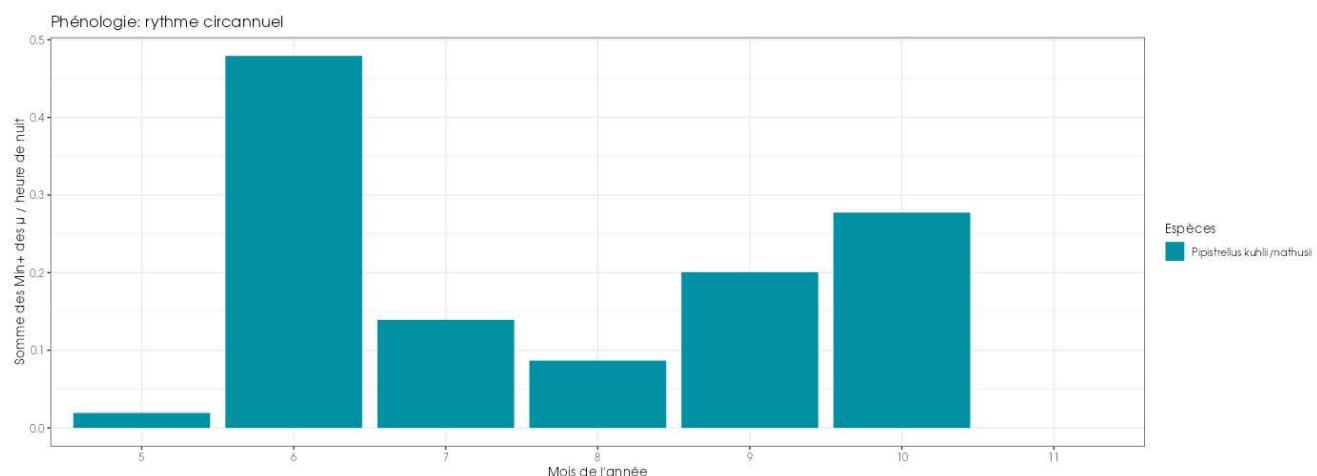


Figure 14 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe Pipistrelle Kuhl / Nathusius, en altitude sur l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois en 2024

- Groupe Sérotine commune / Noctule de Leisler / Noctule commune / Grande Noctule**

Pour rappel, le groupe des Sérotules représente 22,3 % du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de forte à très forte entre le printemps et l'automne.

L'activité du groupe des Sérotules augmente progressivement de mai à juillet pour atteindre son pic en août. L'activité diminue ensuite à nouveau en automne.

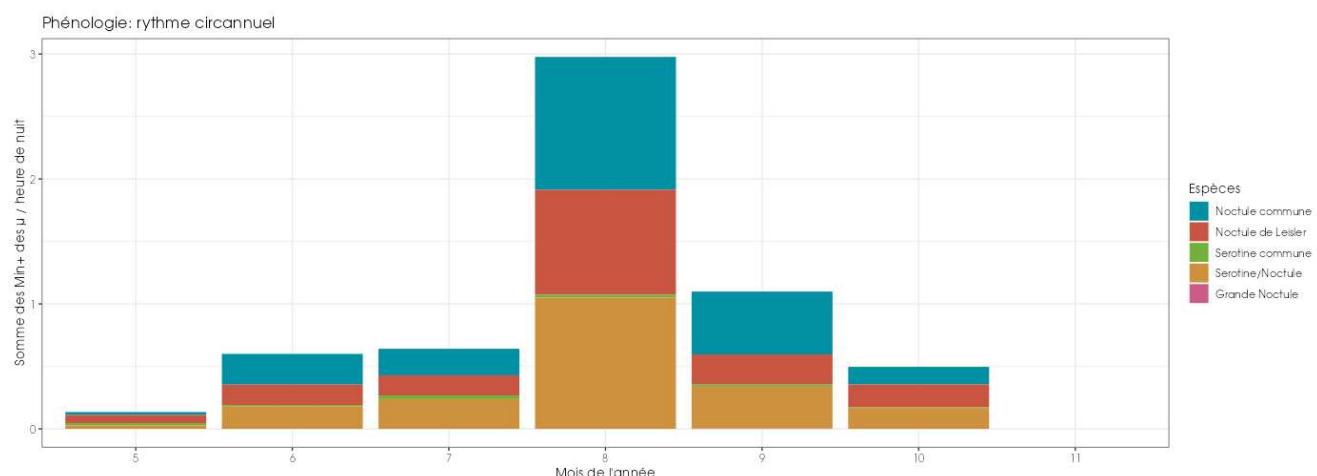


Figure 15 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe Sérotine / Noctules, en altitude sur l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois en 2024

- Autres espèces (peu sensibles à la collision)**

Pour rappel, le Grand Murin représente moins de 0,1 % du total des minutes positives et fu contacté uniquement en août. La présence de l'espèce semble occasionnelle et les quelques contacts ne permettent pas une analyse mensuelle de son activité.

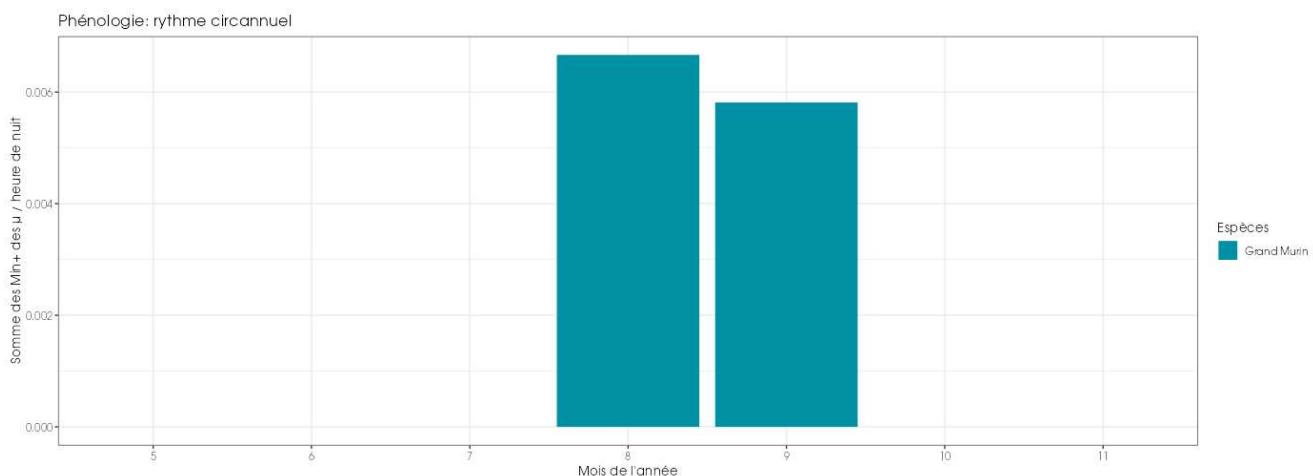


Figure 16 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le Grand Murin, en altitude sur l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois en 2024

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

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

L'activité des chauves-souris, toutes espèces confondues, est nettement plus importante en début de nuit. Le pic d'activité a lieu durant les deux premières heures et diminue ensuite progressivement.

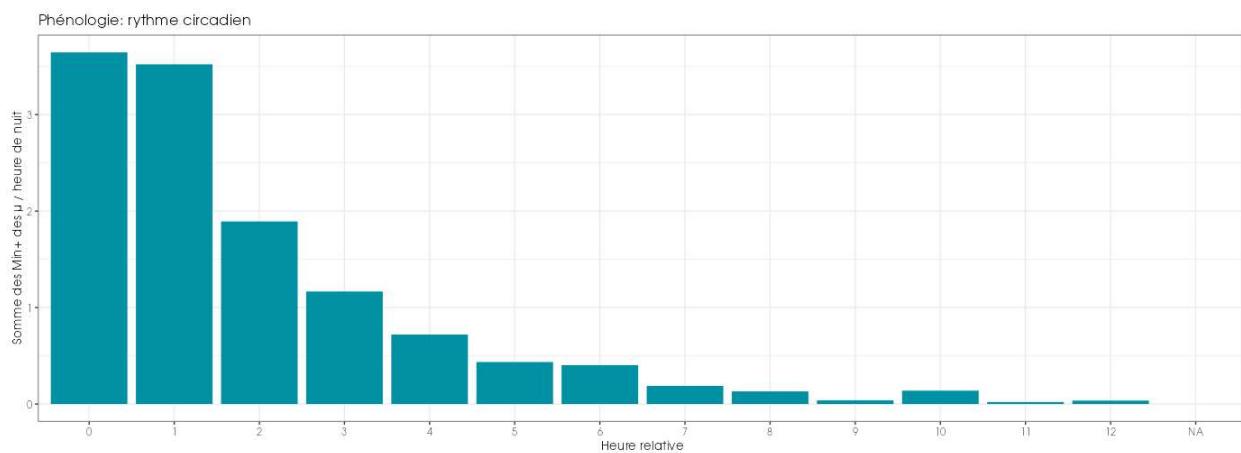


Figure 17 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (91 m), toutes espèces confondues, de mai à novembre 2024

On observe globalement le même rythme d'activité si on regarde l'activité horaire en fonction des périodes de l'année (printemps, été et fin d'été / début d'automne). Les activités horaires sur ces périodes et sur les mois présentant une activité des chauves-souris sont présentées sur les diagrammes suivants (cf. Figure 18).

On peut voir que quelque soit le mois, on observe un pic d'activité durant les premières heures de la nuit. On note tout de même que le pic se déplace progressivement au cours des saisons passant de la deuxième heure de la nuit au printemps, à la première heure de la nuit en été et enfin au coucher du soleil en automne. On observe également que l'activité peut

remonter et persister d'avantage au cours de la nuit à certaines périodes de l'année. Ceci est notamment visible au niveau des diagrammes représentant l'activité horaire de la période printanière et estivale.

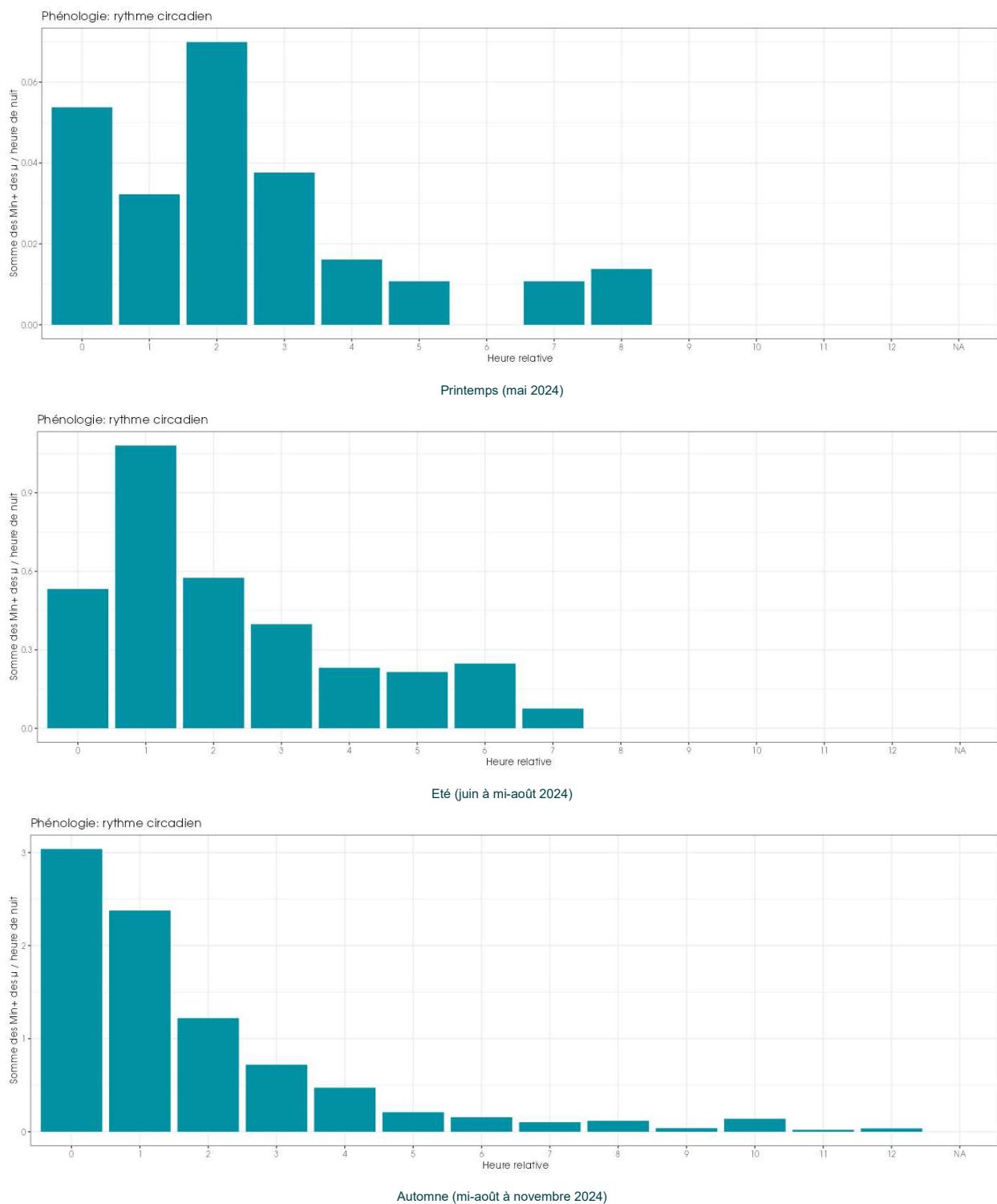


Figure 18 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, en altitude (91 m) et toutes espèces confondues

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

Actogramme

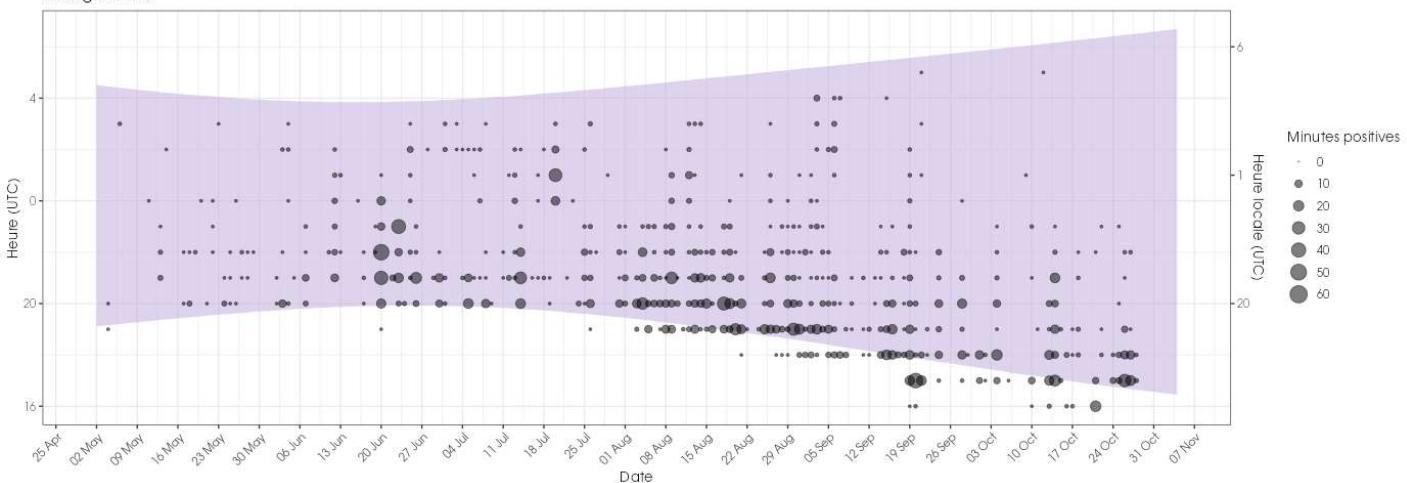


Figure 19 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (91 m)

Cette représentation graphique montre bien que l'activité chiroptérologique est plus intensément marquée au début de la nuit. En période automnale, une part non négligeable de contacts a également eu lieu avant même le coucher du soleil. Néanmoins, l'activité ne disparaît pas totalement au cours de la nuit, les chauves-souris restent actives tout au long de la nuit.

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

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

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

Tableau 16 : Proportions des contacts obtenus en altitude en fonction de la durée après le coucher du soleil

Contacts en altitude	Durée après le coucher du soleil en-dessous de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus, et nombre de minutes positives correspondant					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	1h29 1 365 min. pos.	2h48 2 048 min. pos.	3h57 2 321 min. pos.	4h39 2 457 min. pos.	6h08 2 594 min. pos.	7h58 2 703 min. pos.
Période printanière (avril à mai)	2h14 25 min. pos.	3h12 37 min. pos.	4h29 42 min. pos.	5h17 44,5 min. pos.	7h35 47 min. pos.	8h22 48,5 min. pos.
Période estivale (juin à août)	2h02 367min. pos.	3h37 551 min. pos.	5h09 624 min. pos.	5h52 661 min. pos.	6h38 698 min. pos.	7h15 727 min. pos.
Période automnale (septembre à novembre)	1h17 974 min. pos.	2h31 1 460 min. pos.	3h27 1 655 min. pos.	4h16 1 753 min. pos.	5h34 1 850 min. pos.	8h28 1 928 min. pos.

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

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

- 90% de l'activité en altitude se concentre dans les 4h39 qui suivent le coucher du soleil ;
- 75% de l'activité en altitude se concentre dans les 2h48 qui suivent le coucher du soleil ;
- 50 % de l'activité en altitude a été obtenue entre le coucher du soleil et environ 1h29 après celui-ci.

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

Les chapitres suivants présentent les analyses des activités notées à hauteur de nacelle (91 m) en fonction de différents paramètres météorologiques : vitesse du vent et température.

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

Il est à noter que les capteurs des paramètres météorologiques n'ont pas pu faire remonter des données pour l'ensemble des contacts de chauves-souris obtenus sur l'éolienne. En effet des données sont manquantes le 6 juin, le 26 et 27 août, le 4 et 18 septembre et le 16 octobre 2024. Cependant, seuls les 26 et 27 août ainsi que le 4 septembre comprennent des données manquantes pour les heures de nuits. Au total, 75 minutes positives d'activité des chiroptères, dont 55 le 26 août, 6 le 27 août et 14 le 4 septembre sont concernées par ces absences de données météorologiques.

Ainsi, pour l'analyse de l'activité en fonction des paramètres météorologiques, le nombre total de minutes positives pour lesquelles les données météorologiques sont disponibles est de N=2 730 minutes positives sur 186 nuits de suivi, entre le 2 mai au 4 novembre 2024, au lieu de 2 805 minutes. L'analyse va donc porter sur 97,33% des minutes positives de chiroptères obtenues sur l'ensemble de la période d'enregistrement.

2.2.5.1 Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 91 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mai à novembre 2024, les instruments de mesure installés sur l'éolienne E05 du parc du Neuville-aux-Bois ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de vitesse de vent allant de 0,62 à 11,58 m/s.

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues (**= conditions utilisées ; par les chauves souris pour le vol**), en fonction de la vitesse du vent enregistré sur l'éolienne E05 (**= conditions disponibles**) obtenue à hauteur de nacelle 91 m) et durant les 186 nuits de l'étude.

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

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

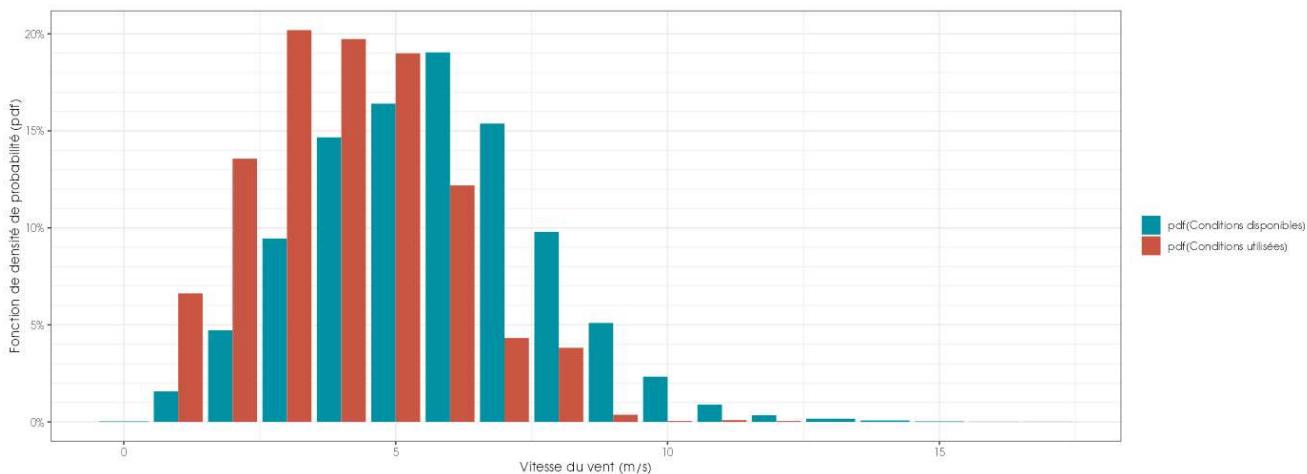


Figure 20 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (91 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois

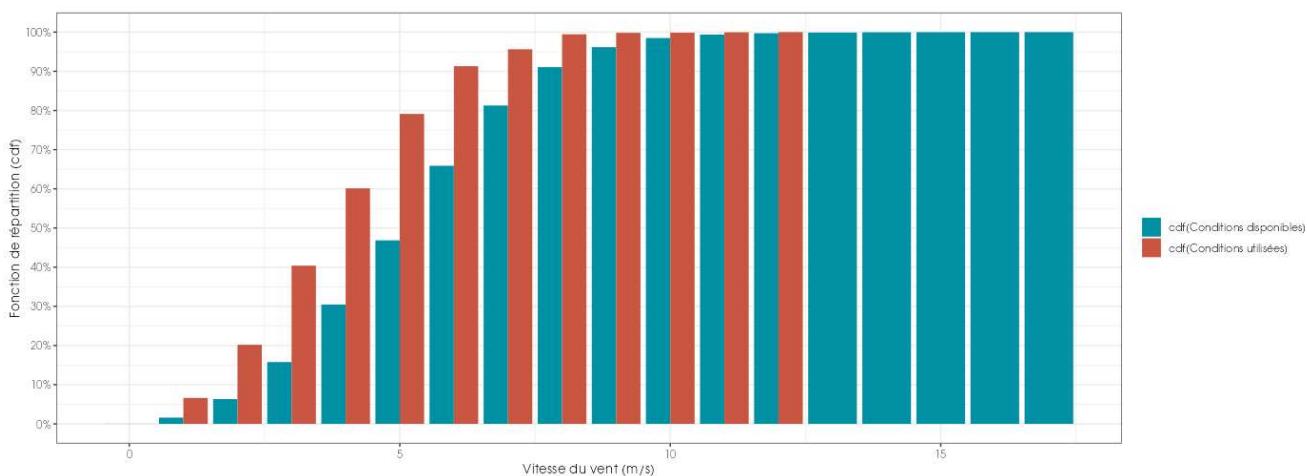


Figure 21 : Répartition des contacts cumulés de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (91 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 91 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la vitesse du vent diminue de façon significative sur le site à partir de 6 m/s ;
- Les chauves-souris utilisent les conditions disponibles jusqu'à 12 m/s.

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

Tableau 17 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (91 m) en fonction de la vitesse du vent

Contacts en altitude	Vitesse de vent (en m/s à 91m) en-dessous de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus, et nombre de minutes positives correspondant					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	4,1 m/s 1 311 min. pos.	5,3 m/s 1 966 min. pos.	5,9 m/s 2 228 min. pos.	6,4 m/s 2 359 min. pos.	7,3 m/s 2 490 min. pos.	8,3 m/s 2 595 min. pos.
Période printanière (mars à mai)	4,5 m/s 25 min. pos.	5,6 m/s 37 min. pos.	6,2 m/s 42 min. pos.	6,7 m/s 44,5 min. pos.	7,15 m/s 46,5 min. pos.	8,1 m/s 48,5 min. pos.
Période estivale (juin à août)	2,7 m/s 367 min. pos.	3,4 m/s 550 min. pos.	4,4 m/s 623 min. pos.	5,4 m/s 660 min. pos.	6,2 m/s 697 min. pos.	8,1 m/s 726 min. pos.
Période automnale (septembre à novembre)	4,6 m/s 920 min. pos.	5,6 m/s 1 380 min. pos.	6,1 m/s 1 563 min. pos.	6,6 m/s 1 655 min. pos.	7,6 m/s 1 747 min. pos.	8,4 m/s 1 821 min. pos.

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

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

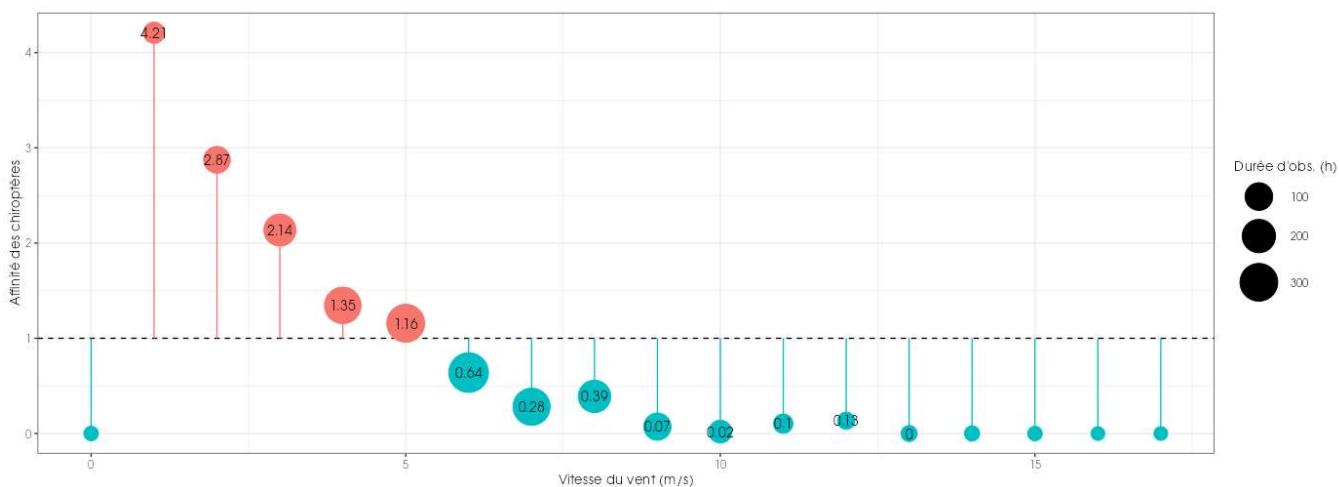


Figure 22 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (91 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la vitesse du vent (mesurée à 91 m), permet de ressortir les principales informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 6,4 m/s ;
- 75% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures 5,3 m/s ;
- 50% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 4,1 m/s.

2.2.5.2 Activité en fonction de la température (°C) mesurée à 91 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mai à novembre 2024, les instruments de mesure installés sur la nacelle de l'éolienne E05 ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages de températures allant de 11,7 et 34,3°C.

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues (**= conditions utilisées ; par les chauves souris pour le vol**), en fonction de la température (**= conditions disponibles**) obtenue en altitude (91 m) et durant les 186 nuits de l'étude.

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

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

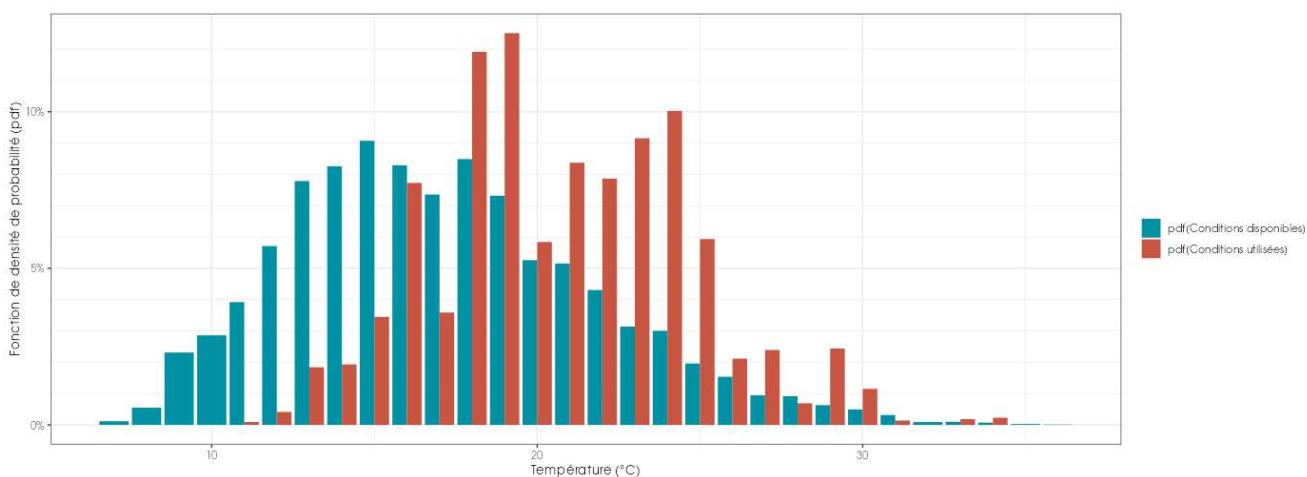


Figure 23 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (91 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois

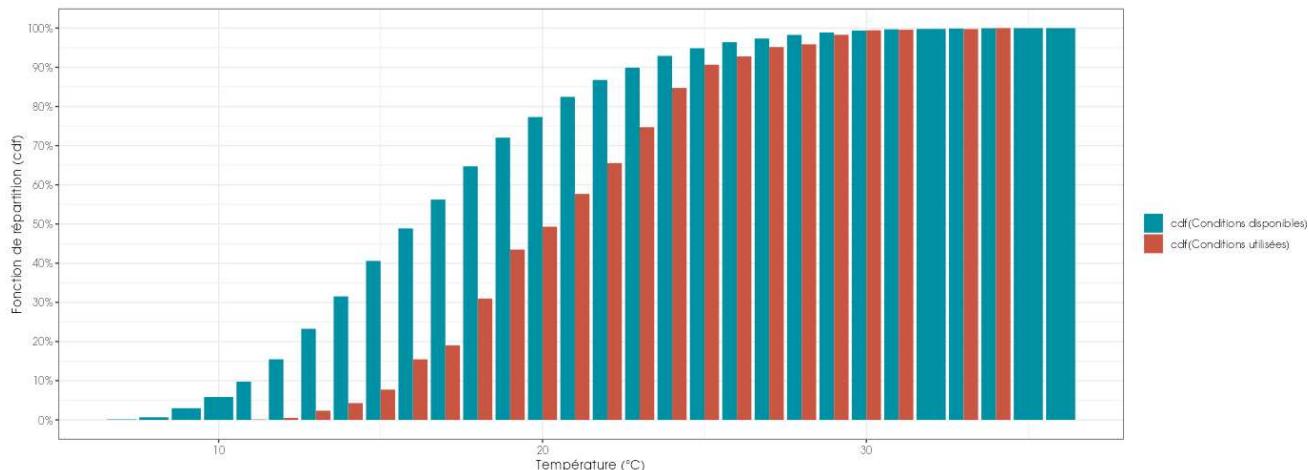


Figure 24 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (91 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 91 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la température est plus importante pour des tranches de température au-dessus de 18°C ;
- Les chauves-souris utilisent globalement les conditions disponibles au-dessus de 11°C.

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

Tableau 18 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane en fonction de la température

Contacts au-dessus de la médiane	Température (en °C à 91 m) au-dessus de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus, et nombre de minutes positives correspondant					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	20,8°C 1 311 min pos	18,2°C 1 966 min pos	17,1°C 2 228 min pos	15,9°C 2 359 min pos	15,1°C 2 490 min pos	13,2°C 2 595 min pos
Période printanière (mai)	15,4°C 25 min pos	14,6°C 37 min pos	13,6°C 42 min pos	12,5°C 44,5 min pos	11,9°C 47 min pos	10,9°C 48,5 min pos
Période estivale (juin à juillet)	21,6°C 367 min pos	19,3°C 550 min pos	19°C 623 min pos	18,5°C 660 min pos	16,4°C 697 min pos	15°C 726 min pos
Période automnale (août à octobre)	20°C 920 min pos	18°C 1 380 min pos	16,3°C 1 564 min pos	15,8°C 1 656 min pos	14,8°C 1 747 min pos	13,2°C 1 821 min pos

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

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

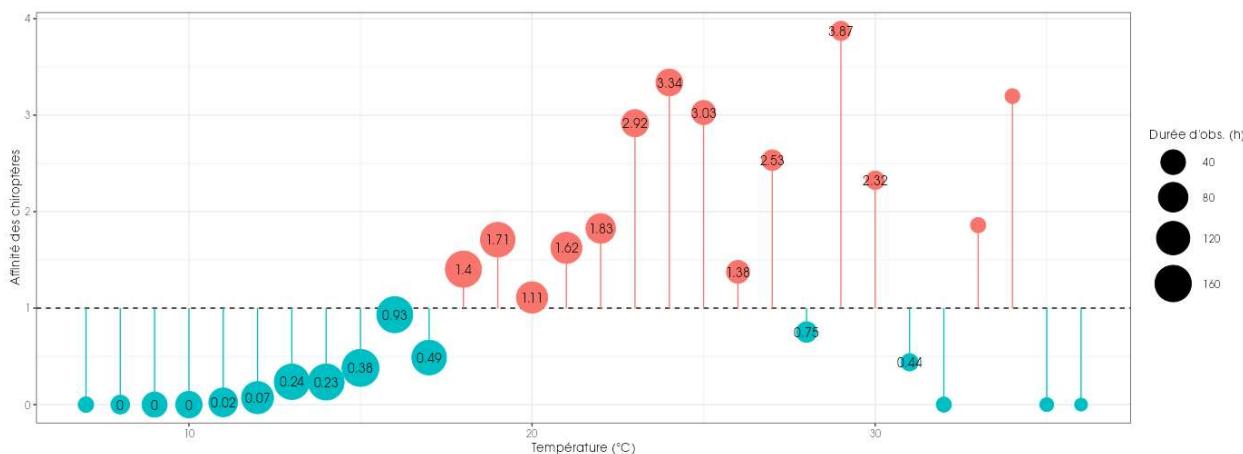


Figure 25 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (91 m)

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la température (mesurée à 91 m), permet de tirer les informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été enregistrée à des températures supérieures à 15,9°C ;
- 75% de l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 18,2°C ;
- 50% l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 20,8°C.

2.2.5.3 Combinaison des facteurs température et vitesse de vent

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

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

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

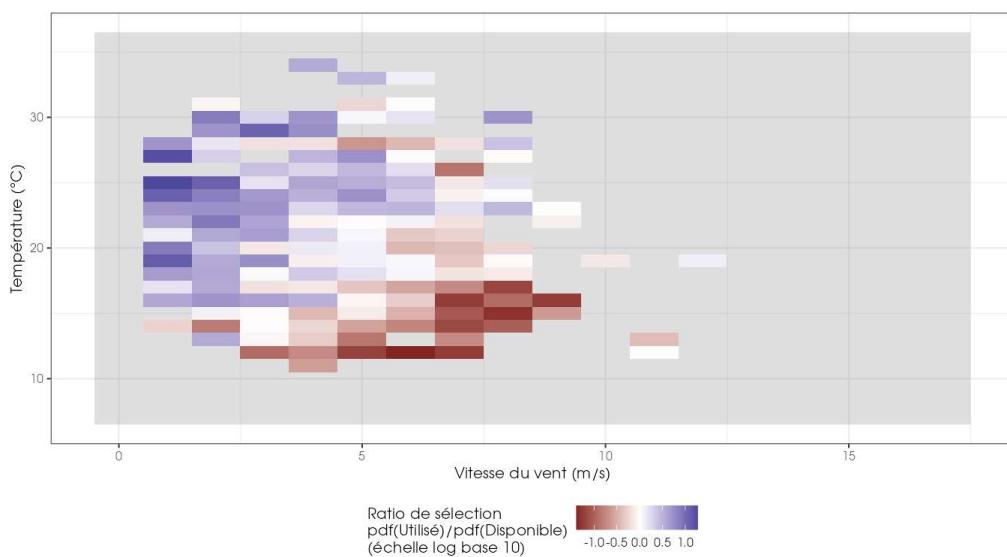


Figure 26 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 91 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris

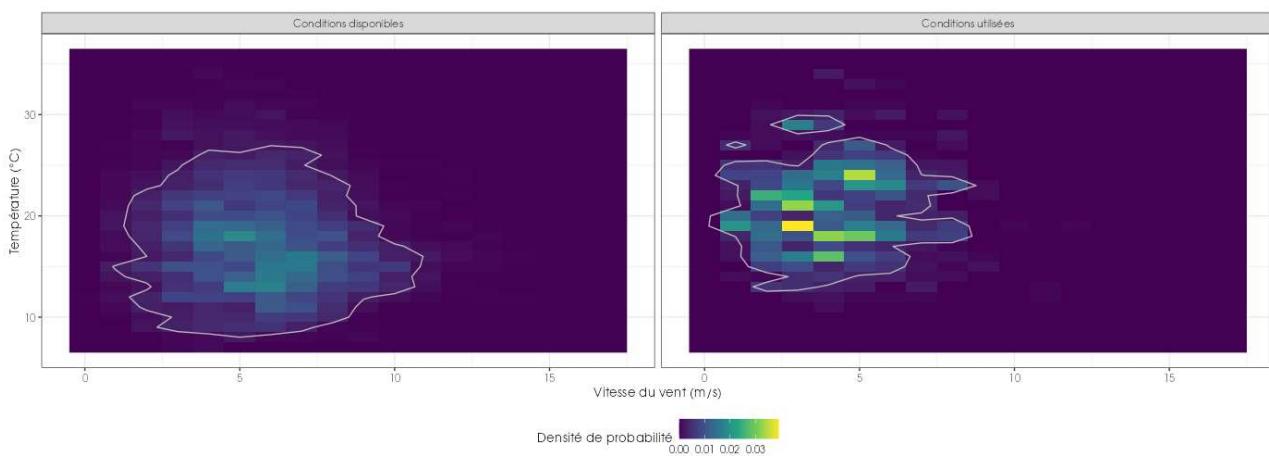


Figure 27 : Météorologie enregistrée sur les capteurs, à gauche - Conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris, à droite. L'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le parc de Neuville-aux-Bois et de l'activité des chiroptères enregistrée, il ressort que l'utilisation du site par les chauves-souris est majoritaire dans une gamme de températures comprises entre 16 et 30°C et de vitesses de vent comprises entre 1 et 8 m/s.

Il convient de noter que pour des conditions de vent de 6 m/s, les chauves-souris sélectionnent des températures enregistrées plus importantes, au-dessus de 22°C. Elles sélectionnent plus facilement des températures plus faibles lorsque les vitesses de vent sont plus faibles.

2.2.6 Synthèse de l'activité des chiroptères en hauteur

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

Un dispositif d'enregistrement automatique (SM4BAT) équipé d'un micro a été placé à 91 m au sein de la nacelle de l'éolienne E05 du parc éolien de Neuville-aux-Bois (45), en 2024. Il a permis d'enregistrer l'activité des chauves-souris entre 2 mai au 4 novembre 2024, soit durant 186 nuits.

Les enregistrements indiquent la présence de huit espèces en altitude sur l'année 2024. Cela représente 32% des 25 espèces présentes en région Centre-Val de Loire. Il s'agit d'une diversité moyenne considérant que les enregistrements ont été réalisés en altitude. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude.

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

Le suivi en altitude montre que :

- **La Noctule comme est l'espèce la plus présente** avec 27,1% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude. Son activité est très forte au printemps, en été et à l'automne.
- **La Noctule de Leisler est la seconde espèce la plus contactée** avec 18,5% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude. Son activité est très forte au printemps, en été et à l'automne.
- **La Pipistrelle commune est également bien représentée avec** 17,7% du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de moyenne à très forte entre le printemps et l'automne.

La phénologie observée montre une activité plus importante sur le mois d'août correspondant à la phase de migration des Noctules / Pipistrelle de Nathusius et de dispersions des Pipistrelles communes.

L'activité en altitude est généralement concentrée en début de nuit avec un second pic en fin de nuit en période printanière et estivale. En période automnale, l'activité est importante sur la première partie de nuit et diminue ensuite progressivement.

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

- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des vitesses de vent inférieures à 6,4 m/s ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des températures supérieures à 15,9°C.

2.3 Résultats du suivi de mortalité

2.3.1 Résultats bruts

2.3.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts



Au total, 6 cadavres ont été trouvés au sein du parc éolien de Neuville-aux-Bois, dont 5 oiseaux (4 espèces) et 1 chauves-souris entre le 17 mai et le 25 octobre 2024.

Les espèces d'oiseaux trouvées sont le Faucon crécerelle (2 individus), le Roitelet à triple bandeau (1 individu), la Mésange charbonnière (1 individu) et le Héron cendré (1 individu), découvertes entre le 9 août 2024 et le 11 octobre 2024. L'espèce la plus observée est le Faucon crécerelle.

L'unique cadavre de chauve-souris retrouvé sur le parc était celui d'une Pipistrelle de Kuhl, recensée le 26 juillet 2024.

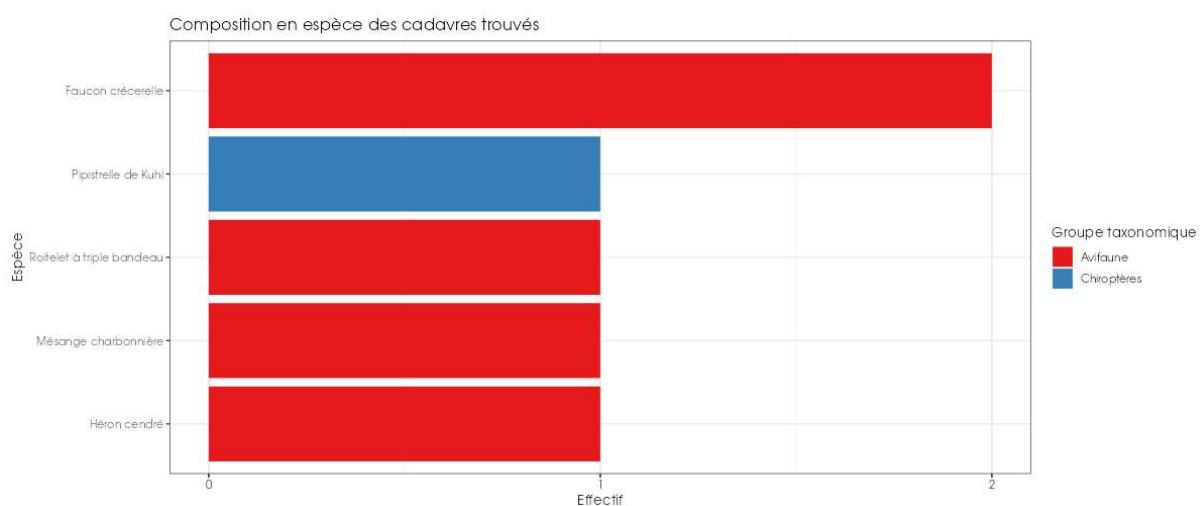


Figure 28 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Neuville-aux-Bois



Faucon crécerelle



Héron cendré



Pipistrelle de Kuhl



Roitelet à triple bandeau

Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. © Biotope

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les cadavres d'oiseaux ont été observés sur une période : de début août à mi-octobre (période de dispersion suite à la période de reproduction voire en migration postnuptiale : Faucon crécerelle, Roitelet à triple bandeau, Mésange charbonnière...). Au regard des effectifs, il ne semble pas y avoir de pic important de mortalité qui se dégage sur la période de suivi.
- L'unique cadavre de chiroptères a été retrouvé lors de la semaine du 26 juillet 2024. Il s'agit de la période de mise bas et d'élevage des jeunes.

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

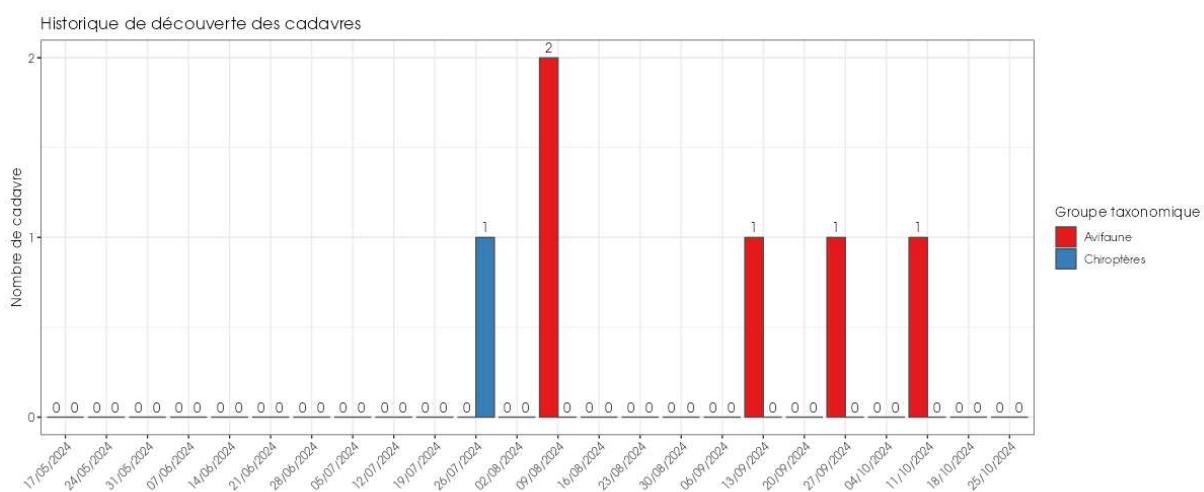


Figure 29 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Neuville-aux-Bois

2.3.1.1 Suivi par éolienne

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous 3 des 5 éoliennes avec des valeurs assez similaires entre elles. Seule l'éolienne E04 a eu un cas de mortalité de chiroptères sur l'ensemble du suivi. Les éoliennes E01 et E05 n'ont pas eu de cas de mortalité recensé durant la période de suivi.

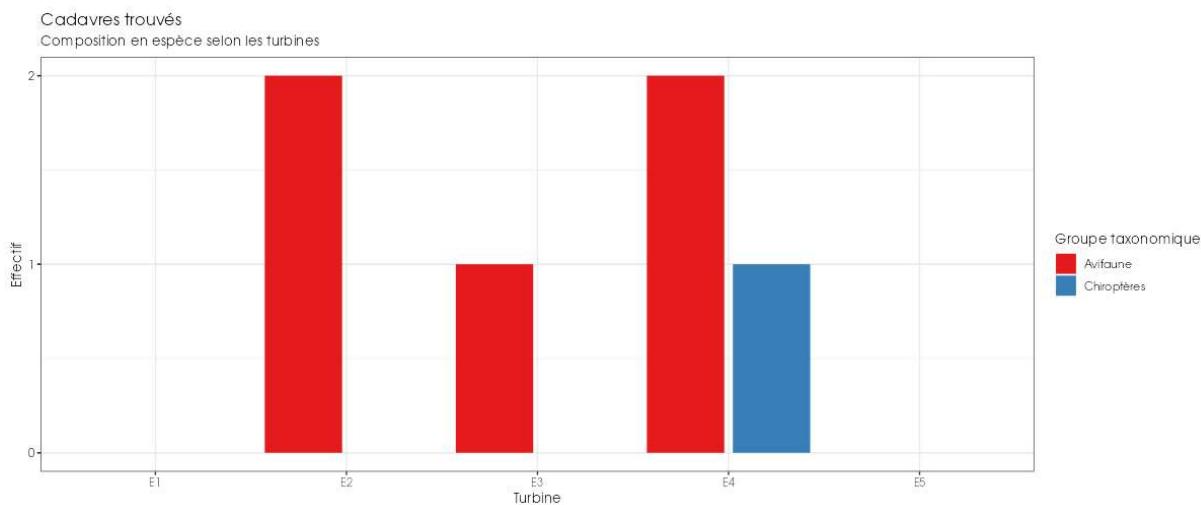


Figure 30 : Nombre de cadavres découverts par éolienne

Au total, 3 des 5 éoliennes présentent des cas de mortalité pour l'avifaune et seule l'éolienne E04 présente un cas de mortalité pour les chiroptères. Les mortalités brutes recensées varient peu entre les éoliennes, comprises entre 1 et 3 cadavres par éolienne et par groupe faunistique. La majorité des cadavres appartient au groupe des oiseaux (5 individus). Les éoliennes E01 et E05 (dans une moindre mesure) semblent avoir un impact moins marqué que les autres machines sur la base des résultats bruts.

2.3.1.2 Répartition spatiale des observations

Les observations ont été réalisées sur l'ensemble des distances prospectées. L'individu retrouvé le plus loin d'une éolienne est un Héron cendré observé à 57 m.

Si l'on regarde la localisation des observations par rapport aux éoliennes suivies, les observations semblent différentes entre les deux groupes, plus proches de l'éolienne pour les chiroptères et plus étalée/homogène pour l'avifaune.

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

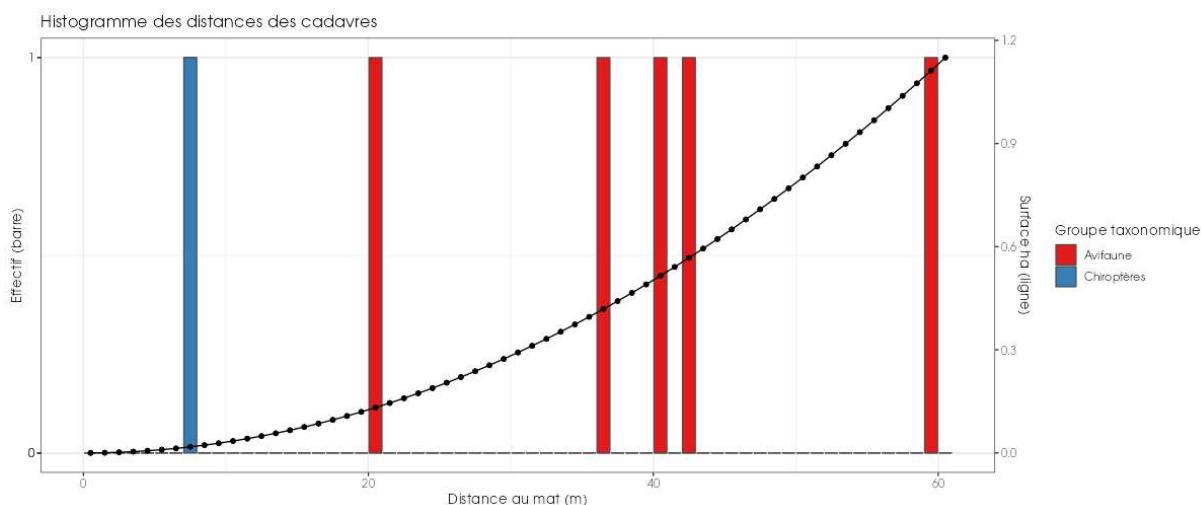


Figure 31 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Neuville-aux-Bois. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne

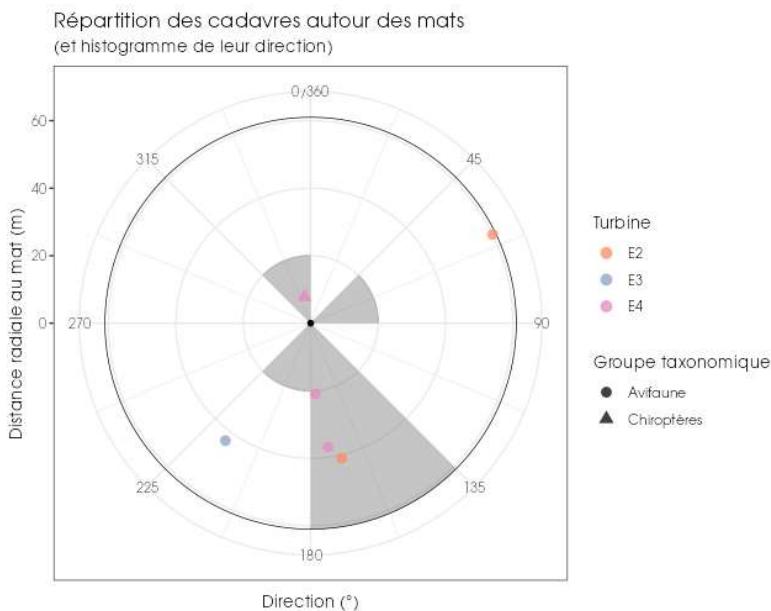


Figure 32 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation. Le cercle noir correspond au rayon de prospection maximale de la zone échantillonnée

2.3.1.3 Description des oiseaux retrouvés

5 individus répartis au sein de 4 espèces ont été retrouvés et identifiés sous les éoliennes du parc de Neuville-aux-Bois : le **Faucon crécerelle** (2 individus), le **Roitelet à triple bandeau** (1 individu), la **Mésange charbonnière** (1 individu) et le **Héron cendré** (1 individu).

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

On constate que le Faucon crécerelle, le Roitelet à triple bandeau sont des espèces fréquemment observées en France. En effet, sur les 84 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elles font parties des 3 espèces les plus découvertes en Métropole. La Mésange charbonnière est au contraire rarement observée sur les parcs éoliens en France, elle est au 33^{ème} rang du référentiel. Et enfin le Héron cendré n'est quasiment jamais observé en France, il est dans les derniers rang du classement.

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

On constate que le Faucon crécerelle 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 les trois espèces les plus touchées en France d'après la base de Tobias Dürr. La Mésange charbonnière et le Héron cendré se situent aux 53^{ème} et 51^{ème} rang français, cela diffère légèrement au niveau européen avec le Héron cendré situé au 56^{ème} rang et la Mésange charbonnière au 79^{ème}.

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 préddation des cadavres, du nombre d'éoliennes suivies... Cette base de données publiée le 23/03/2023 puis mise à jour le 13/11/2024 peut à l'image du référentiel de mortalité brute de Biotope ou la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr faire

un bilan des espèces a priori les plus sensibles aux collisions/barotraumatismes à l'échelle régionale. Ainsi, au niveau régional, entre 2015 et 2023, on constate que :

- Le Roitelet à triple bandeau est la 1^{ère} espèce la plus impactée régionalement, soit 10,5 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- Le Faucon crécerelle est la 4^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 7,38 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- Le Héron cendré est la 31^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 0,37 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- La Mésange charbonnière ne figure pas dans le référentiel de régional.

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

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

Tableau 19 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023 ; Dürr, 2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 13/11/2024) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2023 (mis à jour en 2024) 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 Région	A	BE	D	E	NL	PT	Rang Neuville-aux-Bois (effectif)
Faucon crécerelle	3 (867)	3 (347)	2 (105)	4 (79)	3 (28)	14 (7)	8 (155)	2 (273)	10 (14)	3 (39)	1 (2)
Héron cendré	56 (46)	51 (5)	61 (1)	31 (4)	16 (1)	14 (7)	8 (155)	19 (62)	12 (14)	/	2 (1)
Roitelet à triple bandeau	8 (492)	2 (384)	3 (101)	1 (113)	16 (1)	18 (3)	21 (45)	18 (45)	21 (1)	17 (2)	2 (1)
Mésange charbonnière	79 (19)	53 (3)	33 (5)	/	/	/	38 (12)	47 (3)	/	/	2 (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 2013, on constate que seul le Héron cendré n'avaient pas été contacté lors de l'état initial, à l'opposé des autres espèces qui ont été observées lors des inventaires réalisés et traités dans cette étude.

2.3.1.3.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 20 présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le parc de Neuville-aux-Bois à l'échelle régionale, national et européenne.

Aucune espèce n'est inscrite à l'Annexe I de la Directive Oiseaux. Le Faucon crécerelle a un statut « quasi menacé » (NT) sur la liste rouge des oiseaux nicheurs au niveau national.

Tableau 20 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Neuville-aux-Bois

Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France nicheur (2016)	Liste rouge nicheur Centre-Val de Loire (2013)	Statut de rareté migrateur Centre-Val de Loire (2002)
Faucon crécerelle	Article 3		LC	NT	LC	MC
Roitelet à triple bandeau	Article 3		LC	LC	LC	MPC
Héron cendré	Article 3		LC	LC	LC	MC
Mésange charbonnière	Article 3		LC	LC	LC	-

Légende :

Protection nationale

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

Directive Oiseaux

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

Listes rouges

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

Rareté

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

2.3.1.4 Description des chauves-souris retrouvées

Un seul individu a été retrouvé mort sur le parc de Neuville-aux-Bois en 2024 : la **Pipistrelle de Kuhl**.

Il s'agit d'une espèce assez sédentaire. Elle s'éloigne ainsi peu de son domaine vital. L'individu touché est donc probablement issu d'une colonie locale, proches du parc éolien (quelques kilomètres).

À titre de comparaison, Biotope a mis à jour en 2024 un « **référentiel de mortalité brute** » cumulant l'ensemble des observations de cadavres de chiroptères réalisé 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 la Pipistrelle de Kuhl est parmi les espèces les plus fréquemment observées en France. En effet, sur les 13 espèces ou groupes d'espèces comptabilisés dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019. Elle est la 4^{ème} espèce la plus découverte en Métropole.

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 de Kuhl est la 5^{ème} espèce la plus impactée en Europe et la 3^{ème} en France après les chiroptères indéterminés et les pipistrelles indéterminées.

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

peut à l'image du référentiel de mortalité brute de Biotope ou la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles aux collisions/barotraumatismes à l'échelle régionale. Ainsi, au niveau régional, entre 2015 et 2023, on constate que :

- Que la Pipistrelle de Kuhl est la 5^{ème} espèce la plus impactée régionalement (soit 6,97 % des cadavres de chauves-souris retrouvés).

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

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

Tableau 21 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 13/11/2024) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2023 (mis à jour en 2024) 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 Région	A	BE	CR	D	ES	PT	Rang Neuville-aux-Bois (effectif)
Pipistrelle de Kuhl	5 (661)	3 (411)	4 (66)	5 (51)	/	/	1 (144)	/	4 (44)	4 (51)	1 (1)

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

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2013, on constate que la Pipistrelle de Kuhl, observée lors du suivi 2024, a bien été identifiée et évaluée dans cette étude aussi bien au sol qu'au niveau du ballon (« sous-ballon »).

La plupart des chauves-souris effectuent 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, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine bicolore (Hutterer et al. 2005). Ces espèces se reproduisent en Europe du Nord et de l'est. Les jeunes naissent entre juin et fin juillet et s'émancipent au bout de quelques semaines. On assiste donc à une migration automnale, dès le mois d'août, d'individus qui reviennent des sites de mise-bas du nord et de l'est de l'Europe pour venir s'accoupler et hiberner en Europe de l'Ouest. Ces mouvements concernent essentiellement les femelles et les jeunes, à l'exception de la Sérotine bicolore où la majorité des données en période de migration concernent des mâles. Au printemps, les femelles retournent sur leur site de mise-bas. Des colonies de mise-bas sont également présentes en France, bien que rares. Cependant, cette rareté peut être liée à un manque de connaissances, de nouvelles colonies étant découvertes chaque année, notamment pour les noctules (Arthur & Lemaire, 2015).

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

2.3.1.4.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 22 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation de l'espèce de chauves-souris retrouvée sur le parc de Neuville-aux-Bois à l'échelle de la France et de l'Europe. L'espèce contactée est strictement protégée en France et dans l'Union Européenne.

Tableau 22 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Neuville-aux-Bois

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

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)
- GIP Centre val de Loire Environnement (2015). Liste rouge régionale et Responsabilité biologique régionale. Reptiles et batraciens de Centre val de Loire LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable

2.3.1.1 Evaluation de tendance à travers les quantiles de mortalité brute

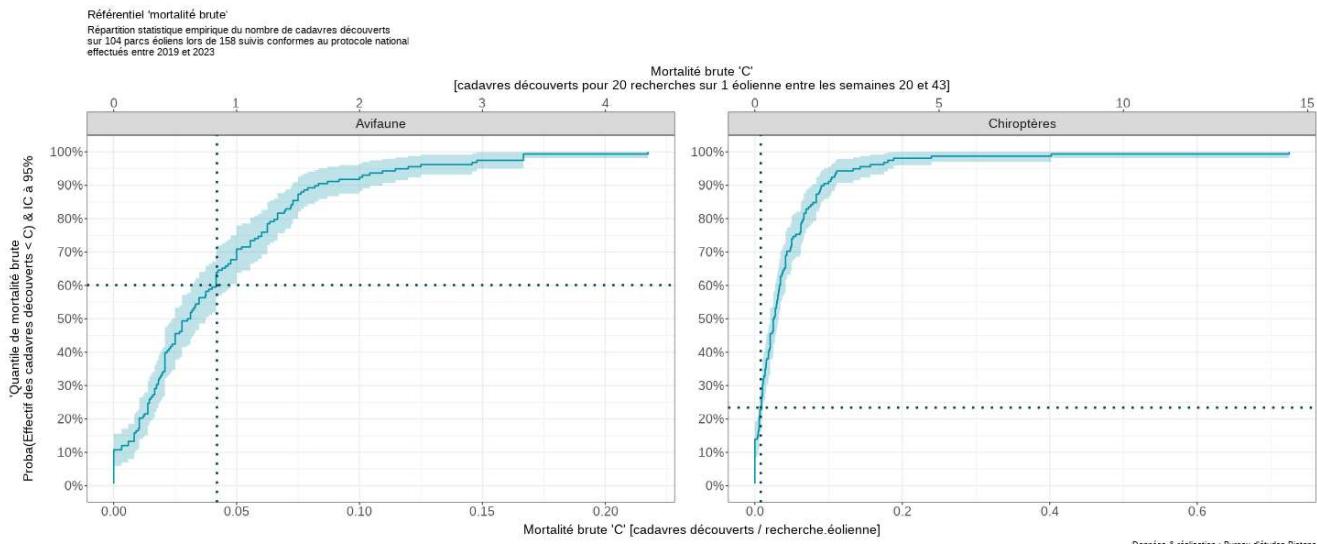


Figure 33 : Projection du ‘quantile de mortalité’ en fonction de la mortalité brute du parc de Neuville aux Bois à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2023)

Cette représentation graphique repose sur les données extraites du référentiel de mortalité brute élaboré par Biotope. Ce référentiel synthétise l'intégralité des informations relatives aux cadavres d'oiseaux et de chiroptères recueillis entre 2019 et 2023 dans les parcs éoliens suivis. Le graphique permet d'obtenir un « quantile de mortalité brute » en fonction de la mortalité brute 'C' calculée par recherche éolienne, correspondant au nombre de passage multiplié par le nombre d'éolienne du parc. En résulte un nombre de cadavre par recherche-éolienne pour les deux groupes taxonomiques.

Au sein du parc éolien de Neuville-aux-Bois, il a été observé un total de 5 cadavres d'oiseaux et 1 cadavre de chiroptères. Pendant le suivi, 5 éoliennes ont été suivies durant 24 passages. Cela conduit à une mortalité brute 'C' de 0,042 cadavres par recherche-éolienne pour les oiseaux et de 0,008 cadavres par recherche-éolienne pour les chiroptères.

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité brute de 60% pour les oiseaux et de 23% pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité brute du parc de Neuville-aux-Bois est parmi les 40% les plus élevés du référentiel pour les oiseaux, contre 76% pour les chiroptères.

Il est important de noter que ces valeurs ne constituent qu'une alerte sur un potentiel risque de significativité, et doivent être interprétées en conjonction avec les autres indicateurs. Cependant, il semble que le parc étudié présente une tendance à

une mortalité brute plus élevée que les autres parcs surveillés par Biotope depuis 2019. Cependant, il convient de souligner une nouvelle fois que cette interprétation, prise individuellement, ne permet pas de tirer des conclusions définitives quant à la significativité potentielle de l'impact du parc de Neuville-aux-Bois sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.

2.3.2 Analyse des résultats

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

2.3.2.1 Occupation du sol et zones prospectées

Sur l'ensemble du suivi, les zones prospectées ont subi une forte évolution de l'occupation du sol (cf. Tableau 23, Figure 34 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suiviFigure 34 et Figure 35). Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les capacités de l'observateur à détecter les cadavres (Domínguez del Valle et al., 2020). Les milieux herbacés hauts (> à 30/40 cm) et denses sont incompatibles avec les suivis. Ainsi, dès lors que la végétation correspondait à ce type d'occupation du sol, l'efficacité de recherche a été considérée comme nulle et les parcelles non prospectées.

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

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

Tableau 23 : Bilan de l'occupation du sol pour les cinq 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 (24 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	E04	E05	Total
Betteraves	-	-	26,49%	-	-	5,30%
Céréales	21,54%	7,50%	16,36%	34,10%	7,63%	17,42%
Chaume	14,95%	1,92%	6,28%	13,64%	-	7,36%
Chemin enherbé	-	-	-	-	0,40%	0,08%
Déchaume	6,40%	7,58%	22,65%	34,10%	-	14,14%
Friche	10,84%	34,81%	-	-	60,86%	21,30%
Plateforme / Chemin	21,08%	17,64%	19,08%	18,17%	18,39%	18,87%
Prairie	17,37%	26,81%	-	-	-	8,84%
Semis	-	3,75%	9,14%	-	7,63%	4,10%
Sol nu	7,83%	-	-	-	5,09%	2,58%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Occupation du sol des turbines selon la date

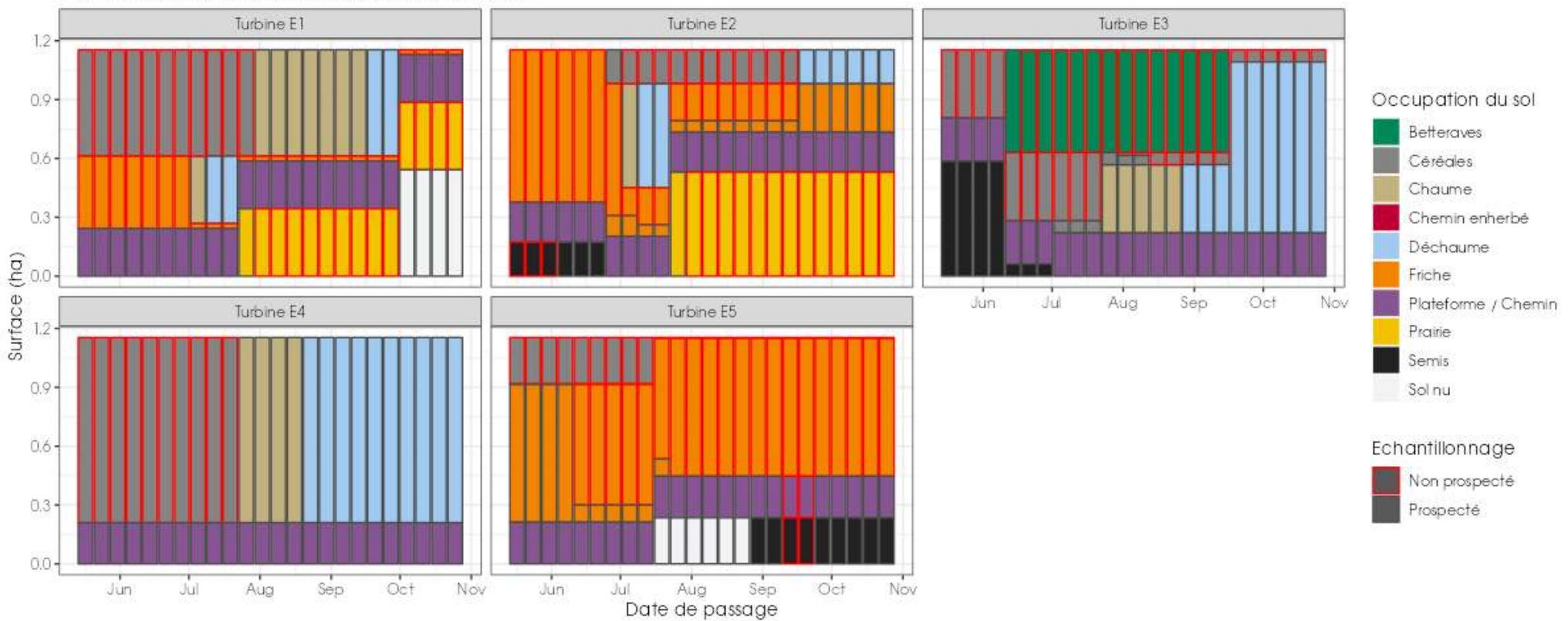


Figure 34 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

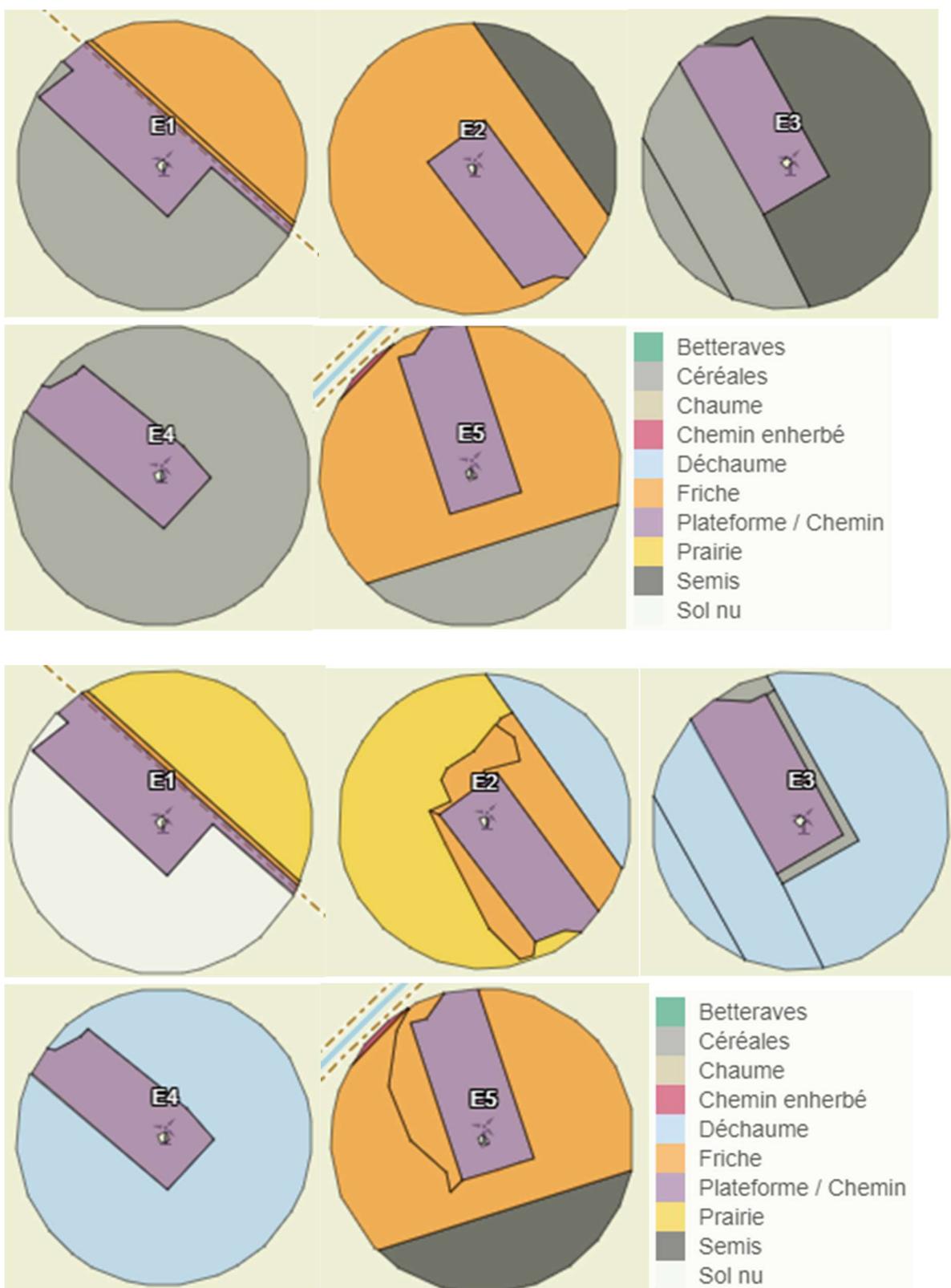


Figure 35 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04 et E05 (de gauche à droite et de haut en bas) le 17 mai 2024 (premier passage en haut) et le 11 octobre 2024 (passage 22)

2.3.2.2 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.

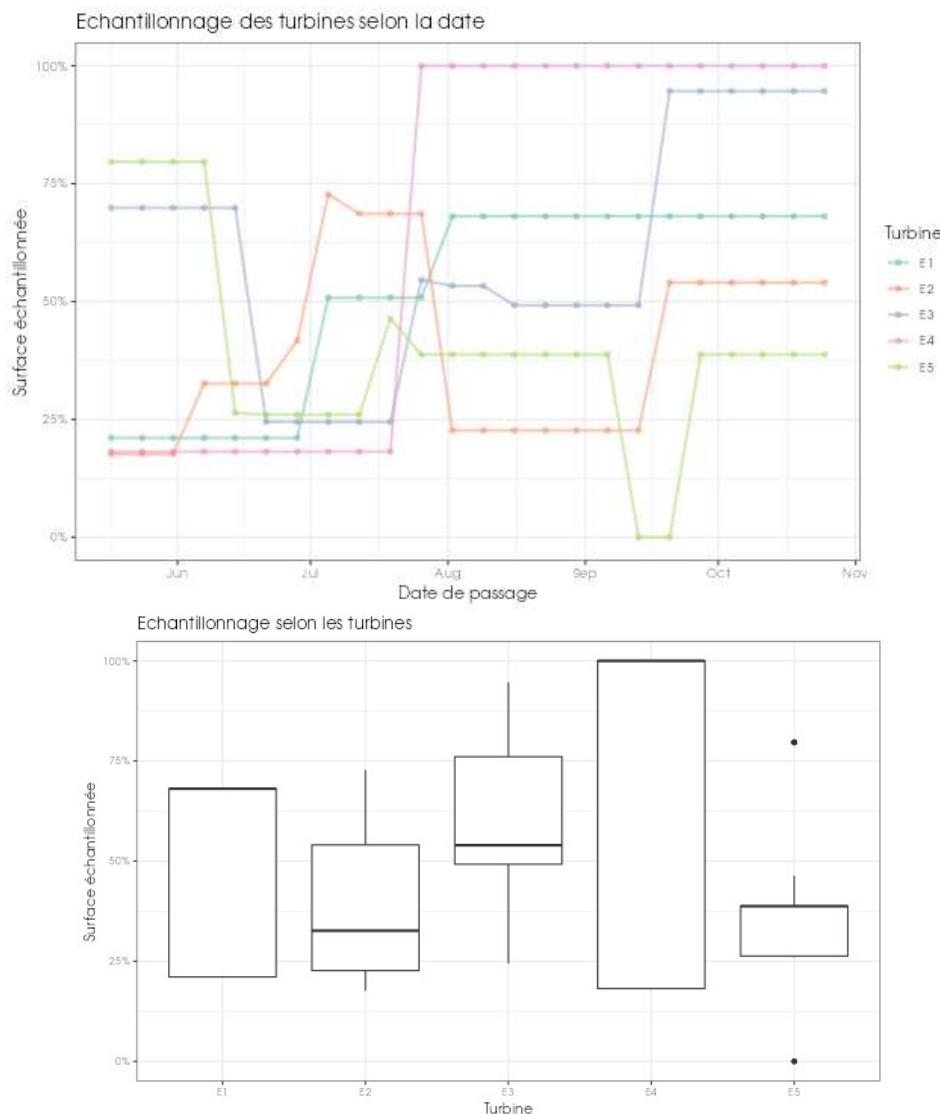


Figure 36 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. En haut évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, en bas synthèse (boite à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1^{er} quartile, médiane en gras, 3^{ème} quartile, maximum)

2.3.2.3 Résultats des tests et calcul des coefficients correcteurs

2.3.2.3.1. Coefficient correcteur de surface (a)

Afin d'intégrer les surfaces non prospectées/non prospectables, nous avons calculé un coefficient de surface correspondant au taux de prospection de chaque passage de l'éolienne considérée (Tableau 24). 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 0,38 à 0,68). Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 24 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 24 passages

	E01	E02	E03	E04	E05
Quantile 2.5%	0,21	0,18	0,24	0,18	0,00
Premier quartile	0,21	0,23	0,49	0,18	0,26
Moyenne	0,52	0,40	0,60	0,66	0,40
Moyenne pondérée	0,53	0,41	0,6	0,68	0,38
Médiane	0,68	0,33	0,54	1,00	0,39
Troisième quartile	0,68	0,54	0,76	1,00	0,39
Quantile 97.5%	0,68	0,70	0,95	1,00	0,80

2.3.2.3.1. Coefficient de persistance (s)

À la suite des tests de persistance et aux analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu un modèle prenant en compte la persistance globale du parc (AIC weight = 0,49) « **Persistance~1** » en utilisant une famille de distribution « exponential ». Cela veut dire que la durée de persistance est identique quel que soit l'éolienne (aucun effet observé à partir des données).

Durées de persistance moyennes et médianes des cadavres

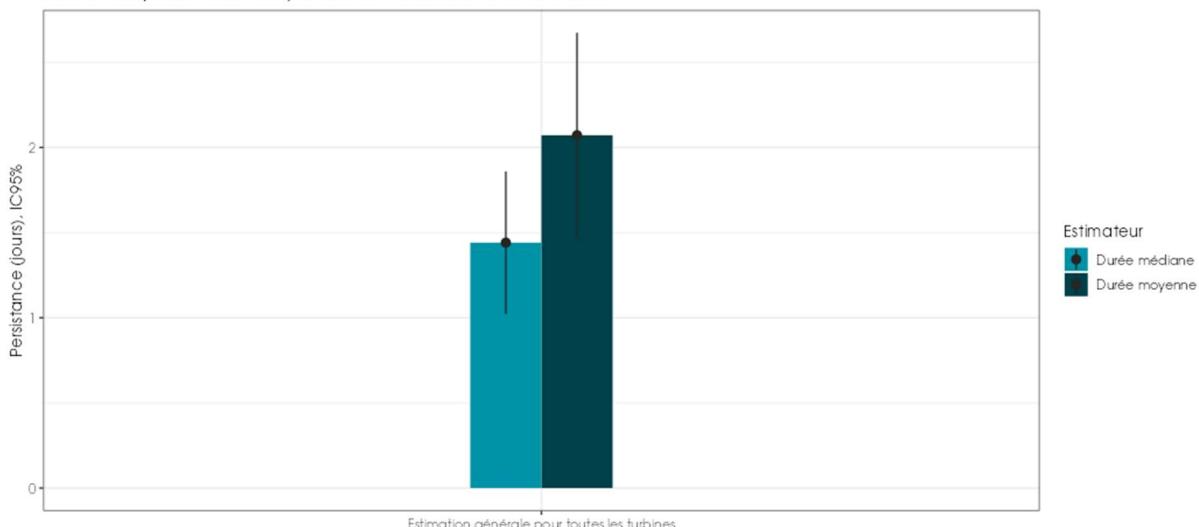


Figure 37 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) à l'échelle du parc

Nous pouvons constater que les éoliennes sur l'ensemble du parc ont une durée de persistances relativement similaire d'où le choix de moyenner l'information de chacune d'elle pour avoir une donnée de la persistance à l'échelle du parc et non à l'échelle de chaque éolienne. Le parc a donc une moyenne de persistance de 2,07 jours, c'est-à-dire qu'un cadavre disparaît en moyenne au bout de 2 jours. On notera également que la médiane est de 1,44 jours, ce qui montre qu'il doit y avoir un certain nombre de rats qui disparaissent rapidement, sauf pour quelques cas « extrêmes » qui tirent la moyenne vers le haut. Les intervalles de confiance montrent que l'évaluation de la prédatation est assez bonne en illustre une incertitude modérée (Tableau 25 ; Figure 37).

Tableau 25 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance à l'échelle du parc. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité

		Ensemble du parc
Résultats des tests de persistances de 2024		
Persistance moyenne (en jours)		2,07
Intervalle de confiance à 95%		[1,47 ; 2,67]

2.3.2.3.2. Coefficient d'efficacité de recherche (f)

À la suite des tests d'efficacité de recherche, nous avons sélectionné le modèle prenant en compte le critère hauteur de végétation associé à l'occupation du sol « **Trouve ~ OCS + Hmoy** » (AICc delta = 4,88) pour réaliser les estimations de la capacité de l'observateur à détecter les cadavres. Les modèles présentant une meilleure parcimonie (plus faible AICc) étaient trop compliqués (exemples : « Trouve ~ Hmoy + OCS + Recou + Hmoy:OCS + Hmoy:Recou + 1 » ; « Trouve ~ Hmoy + OCS + Recou + Hmoy:OCS + 1 »...). On notera que pour le choix du modèle « Trouve ~ OCS + Hmoy », deux catégories d'occupation du sol non testée que sont « la betterave » et « la prairie » sont absentes. Nous avons donc renseigné via les résultats des tests d'efficacité du référentiel mortalité corrigé Biotope les cas de figure manquants (extrapolations). Nous avons ainsi pu déterminer les probabilités de détection pour tous les cas de figure d'occupations du sol et de hauteurs de végétation rencontrés par l'observateur durant le suivi (Tableau 26).

Tableau 26 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédis (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées selon le référentiel mortalité sont indiquées en gras

Occupation du sol	Détections prédictes	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédictes	Détections observées	Type de prédiction
Betteraves 20cm	0,67 [0,51 ; 0,79]	0 [0 ; 0]	Extrapolation	Friche 0cm	0,93 [0,75 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Céréales 0cm	0,98 [0,83 ; 1]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Friche 10cm	0,91 [0,73 ; 0,97]	0,8 [0,6 ; 1]	Estimation
Céréales 10cm	0,98 [0,81 ; 1]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Friche 15cm	0,88 [0,7 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Céréales 15cm	0,97 [0,79 ; 1]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Friche 20cm	0,84 [0,67 ; 0,94]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Céréales 20cm	0,96 [0,77 ; 1]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Friche 30cm	0,8 [0,63 ; 0,91]	1 [1 ; 1]	Estimation
Céréales 50cm	0,95 [0,75 ; 0,99]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Friche 50cm	0,7 [0,52 ; 0,83]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Céréales 5cm	0,78 [0,53 ; 0,92]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Friche 5cm	0,43 [0,21 ; 0,67]	0,33 [0,13 ; 0,6]	Estimation
Céréales 60cm	0,67 [0,4 ; 0,86]	0,67 [0,4 ; 0,87]	Estimation	Friche 60cm	0,3 [0,1 ; 0,6]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 0cm	0,86 [0,71 ; 0,94]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme / Chemin 0cm	0,82 [0,68 ; 0,91]	0,82 [0,71 ; 0,93]	Estimation
Chaume 10cm	0,83 [0,67 ; 0,92]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme / Chemin 10cm	0,78 [0,61 ; 0,89]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 15cm	0,78 [0,63 ; 0,88]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme / Chemin 15cm	0,72 [0,52 ; 0,86]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 20cm	0,73 [0,58 ; 0,84]	0,47 [0,2 ; 0,73]	Estimation	Plateforme / Chemin 20cm	0,66 [0,43 ; 0,84]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 40cm	0,67 [0,51 ; 0,79]	0,8 [0,63 ; 0,93]	Estimation	Plateforme / Chemin 50cm	0,6 [0,33 ; 0,82]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 50cm	0,39 [0,19 ; 0,65]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme / Chemin 5cm	0,21 [0,03 ; 0,68]	0 [0 ; 0]	Interpolation

Occupation du sol	Détections prédictes	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédictes	Détections observées	Type de prédiction
Chaume 5cm	0,27 [0,09 ; 0,59]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme / Chemin 60cm	0,13 [0,01 ; 0,63]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 60cm	0,17 [0,04 ; 0,54]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Prairie 30cm	0,7 [0,52 ; 0,83]	0 [0 ; 0]	Extrapolation
Chemin enherbé 0cm	0,83 [0,59 ; 0,94]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 0cm	0,81 [0,67 ; 0,9]	0,87 [0,67 ; 1]	Estimation
Chemin enherbé 10cm	0,79 [0,53 ; 0,92]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 10cm	0,76 [0,61 ; 0,86]	0,73 [0,53 ; 0,93]	Estimation
Chemin enherbé 15cm	0,73 [0,46 ; 0,9]	0,73 [0,47 ; 0,93]	Estimation	Semis 15cm	0,7 [0,53 ; 0,83]	0,67 [0,4 ; 0,87]	Estimation
Chemin enherbé 20cm	0,67 [0,39 ; 0,87]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 20cm	0,64 [0,45 ; 0,8]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chemin enherbé 50cm	0,61 [0,31 ; 0,84]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 50cm	0,57 [0,35 ; 0,77]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chemin enherbé 5cm	0,22 [0,04 ; 0,66]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 5cm	0,2 [0,04 ; 0,61]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chemin enherbé 60cm	0,14 [0,02 ; 0,6]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 60cm	0,12 [0,01 ; 0,56]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 0cm	0,54 [0,39 ; 0,68]	0,47 [0,2 ; 0,73]	Estimation	Sol nu 0cm	0,73 [0,46 ; 0,9]	0,73 [0,47 ; 0,93]	Estimation
Déchaume 10cm	0,47 [0,32 ; 0,61]	0,5 [0,33 ; 0,67]	Estimation	Sol nu 10cm	0,67 [0,39 ; 0,87]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 15cm	0,4 [0,25 ; 0,56]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Sol nu 15cm	0,61 [0,31 ; 0,84]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 20cm	0,33 [0,19 ; 0,51]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Sol nu 20cm	0,54 [0,24 ; 0,81]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 25cm	0,27 [0,13 ; 0,47]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Sol nu 50cm	0,47 [0,18 ; 0,78]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 50cm	0,22 [0,09 ; 0,44]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Sol nu 5cm	0,14 [0,02 ; 0,6]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 5cm	0,06 [0,01 ; 0,31]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Sol nu 60cm	0,08 [0,01 ; 0,55]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 60cm	0,04 [0 ; 0,27]	0 [0 ; 0]	Interpolation				

Les taux d'efficacité prédisits des zones prospectées sont très variables en fonction du recouvrement végétal. Ils sont globalement satisfaisants, mais très hétérogènes, avec une gamme de valeurs allant de 0,04 au minimum (déchaume à 60 cm de hauteur) à 0,98 au maximum (céréales à 0 ou 10 cm de hauteur) suivant les milieux prospectés.

2.3.2.4 Estimation de la mortalité

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

La probabilité de détection P(s,f) est faible de manière générale (entre 0,16 et 0,23 suivant les méthodes ; Tableau 27) et le coefficient surfacique (a) est assez faible également notamment pour les éoliennes E05 dû à la non-prospection de certaines occupations du sol une grande partie de l'année (friche notamment) (entre 38% et 68% de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0,07 à 0,14, c'est à dire un facteur démultiplificateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 7 à 14,62. En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 7 et 15 fois plus importante que celle observée suivant les éoliennes et la méthode d'estimation sélectionnée. De plus, les intervalles de confiance seront de fait plutôt importants (détectio

glo ble faible).

Les éoliennes E02 et E05 sont les éoliennes qui ont la plus faible probabilité de détection globale (Tableau 27). E01, E03 et E04 ont les probabilités de détection globale les plus fortes mais qui reste dans l'absolu assez faibles.

Tableau 27 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation

	E01	E02	E03	E04	E05
Probabilité détection $P(s,f)$					
Huso (2010)	0,22	0,23	0,21	0,21	0,23
Erickson et al. (2000)	0,23	0,23	0,22	0,21	0,23
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,18	0,18	0,17	0,16	0,18
Coefficient correcteur de surface a					
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,53	0,41	0,60	0,68	0,38
Probabilité globale de détection $a \times P(s,f)$					
Huso (2010)	0,12	0,09	0,13	0,14	0,09
Erickson et al. (2000)	0,12	0,09	0,13	0,14	0,09
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,10	0,07	0,10	0,11	0,07

2.3.2.4.1. Estimation de la mortalité selon la méthode du ‘no-pooling’

Cette méthode, couramment et historiquement utilisée dans les analyses pour estimer la mortalité sur les parcs éoliens, fait l'hypothèse qu'il n'y a aucune similarité entre les turbines suivies. Cette hypothèse rend les estimations précautionneuses mais la mortalité d'une éolienne ne peut s'appuyer que sur les données de l'éolienne considérée. Il y a donc des incertitudes plus importantes par rapport aux autres modèles (i.e partial-pooling, partie 2.3.2.4.2), notamment dans le cas où la probabilité globale de détection est très faible sur une éolienne.

Estimation de la mortalité pour l'avifaune

- **Éolienne E02**

C'est l'une des éoliennes qui présente, à la fois, le plus de découverte de cadavres ($n=2$) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E02, sont comprises entre 22 et 23 individus sur une période de 161 jours de suivi. La borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% (IC95%) varie de 66 à 86 individus et la borne inférieure de 4 à 5 individus. Les 2 observations pour cette éolienne ont été réalisées sur la période de migration postnuptiale, entre le 9 août 2024 et le 11 octobre 2024.

Tableau 28 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Neuville-aux-Bois sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	0	2	1	2	0	5
Huso (2010) [IC 95%]	0 [0 ; 24]	22 [4 ; 67]	6 [1 ; 36]	12 [3 ; 44]	0 [0 ; 33]	78 [35 ; 138]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	0 [0 ; 25]	22 [4 ; 66]	7 [1 ; 36]	13 [3 ; 42]	0 [0 ; 32]	71 [36 ; 137]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	0 [0 ; 32]	23 [5 ; 86]	9 [1 ; 47]	18 [4 ; 57]	0 [0 ; 42]	92 [45 ; 180]

- **Ensemble du parc**

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 71 à 92 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), 95% de la masse des probabilités des estimations de mortalité sont comprises entre 35 à 45 individus (borne inférieure) et entre 137 à 180 individus (borne supérieure) pour l'ensemble du parc (selon les estimateurs), ce qui correspond à une incertitude importante.

Les 5 observations ont été réalisées sur 70 jours centrés sur 1 période (du 9 août au 11 octobre : période de migration postnuptiale : 2 découvertes en août, 2 découvertes en septembre et 1 découverte en octobre).

L'éolienne E02 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E04, E03, E05 et E01. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres. Les éoliennes E02 et E04 semblent avoir un impact plus important que les autres éoliennes.

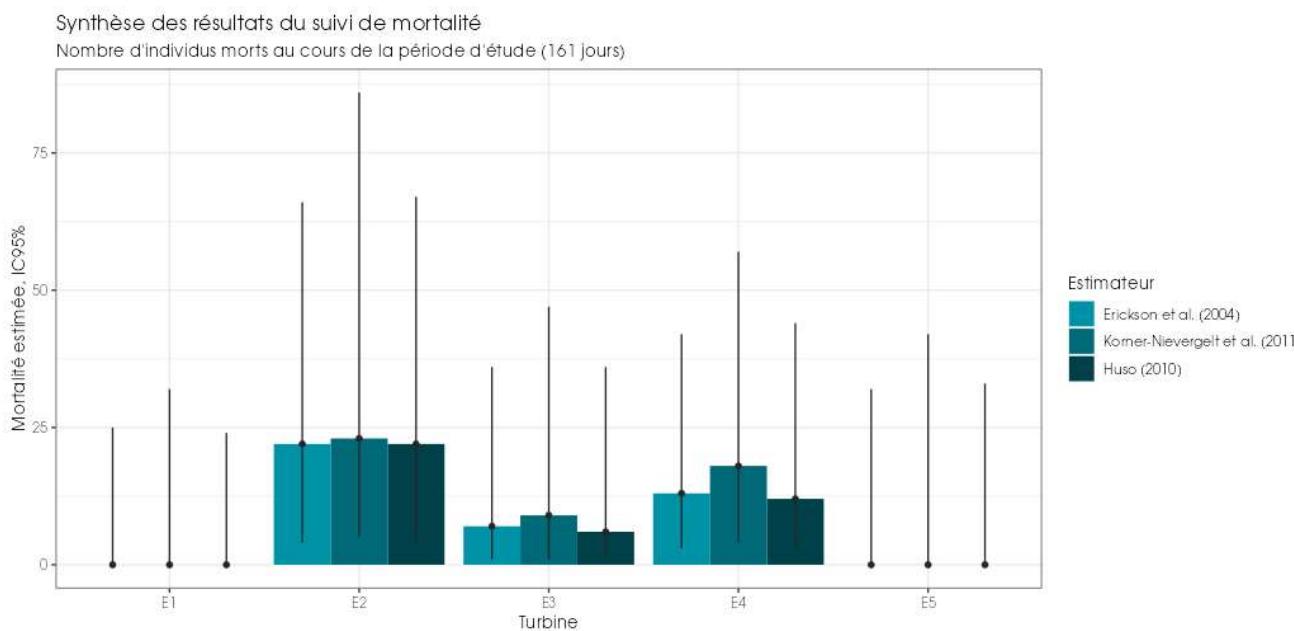


Figure 38 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Neuville-aux-Bois au cours du suivi de 2024 sur 161 jours (no-pooling)

Estimation de la mortalité pour les chiroptères

- **Éolienne E04**

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, la seule découverte de cadavre ($n=1$) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E04 sont comprises entre 6 et 9 individus sur une période de 161 jours de suivi. La borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% (IC95%) varie de 32 à 42 individus et la borne inférieure de 1 individu. La seule observation a été réalisée le 26 juillet 2024.

Tableau 29 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Neuville-aux-Bois sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	0	0	0	1	0	1
Huso (2010) [IC 95%]	0 [0 ; 24]	0 [0 ; 31]	0 [0 ; 23]	7 [1 ; 33]	0 [0 ; 33]	40 [13 ; 88]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	0 [0 ; 24]	0 [0 ; 31]	0 [0 ; 23]	6 [1 ; 32]	0 [0 ; 33]	39 [13 ; 90]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	0 [0 ; 32]	0 [0 ; 40]	0 [0 ; 29]	9 [1 ; 42]	0 [0 ; 43]	55 [17 ; 115]

- **Ensemble du parc**

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est comprise entre 39 et 55 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), 95% de la masse des probabilités des estimations de mortalité sont comprises entre 13 à 17 individus (borne inférieure) et de 88 à 115 individus (borne supérieure) pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

La seule observation a eu lieu durant la semaine du 26 juillet 2024.

L'éolienne E04 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E05, E02, E01 et E03. Toutefois, les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres.

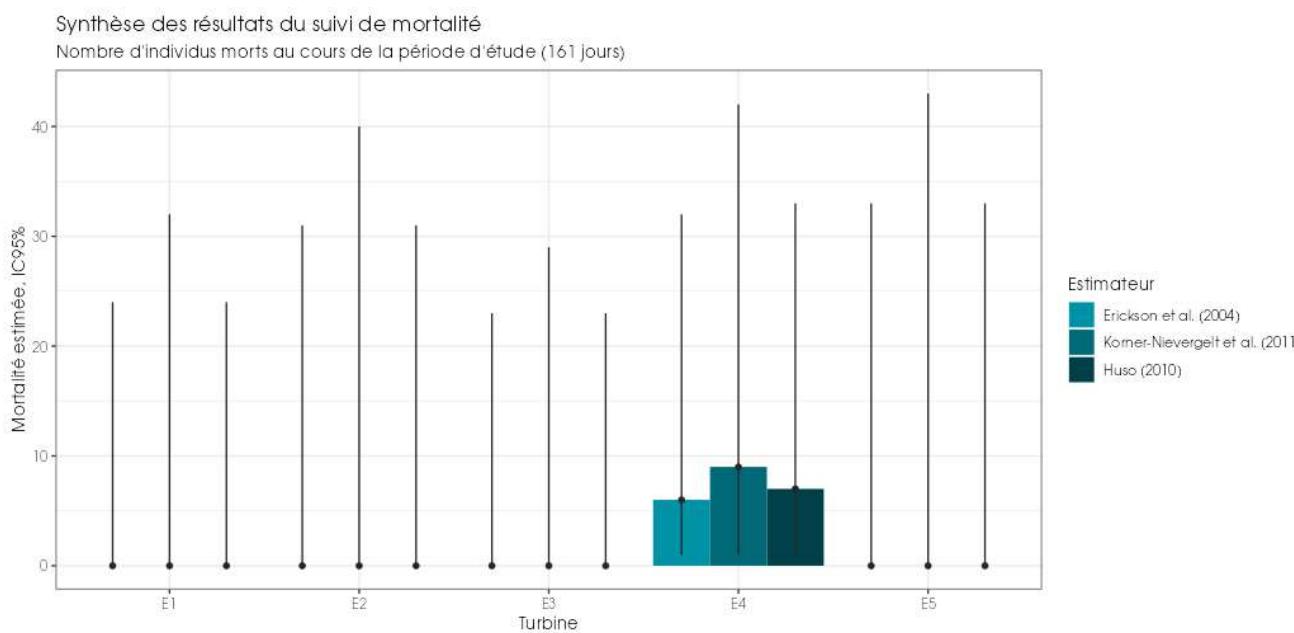


Figure 39 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Neuville-aux-Bois au cours du suivi de 2024 sur 161 jours (no-pooling)

2.3.2.4.2. Estimation de la mortalité selon la méthode du ‘partial-pooling’

L'échelle de la modélisation de la mortalité se situant à l'échelle de l'éolienne, plusieurs choix méthodologiques de modélisation sont possibles. Il est proposé dans cette partie l'utilisation d'un modèle selon la méthode du « **partial-pooling** ». Ce type de modélisation se situe entre le "full-pooling" (c'est-à-dire considérer les éoliennes comme parfaitement identiques) et le "no-pooling" (c'est-à-dire considérer chaque éolienne comme complètement indépendante, ce qui est le format d'analyse classique, voir plus haut).

Ce modèle est un intermédiaire entre les deux cités dans le paragraphe précédent. On fait l'hypothèse qu'il existe une certaine similarité entre les turbines suivies, mais elles ne sont pas pour autant de parfaites répliques les unes des autres. Dans la majorité des cas cette hypothèse est la plus pertinente sur le plan écologique. En outre, le partage d'information entre les turbines permet d'obtenir des résultats moins incertains sans prendre le risque d'introduire des biais importants.

Techniquement, les différentes mortalités moyennes des turbines sont modélisées grâce à un 'effet aléatoire'. Le degré de similarité entre les turbines est estimé à partir des données via un hyperparamètre 'sigma' qui représente (dans l'échelle log) la variabilité de la mortalité au sein de la population des éoliennes du parc. Cet hyperparamètre sigma est l'écart-type de l'effet aléatoire 'Turbine'. Le prior de ce paramètre est : $\text{sigma} \sim \text{Exponentielle}(1)$.

N.B : En pratique l'estimation de l'hyperparamètre sigma requiert un **assez grand nombre de turbines suivies**. Ainsi, le partial-pooling est surtout avantageux si au moins 10 turbines ont été suivies et que certaines d'entre elles ont pu l'être dans de raisonnablement bonnes conditions (e.g. $p_{\text{Huso}} > 50\%$, surface prospectée > 80%). **A l'inverse, il est déconseillé d'utiliser ce modèle si moins de 5 turbines ont été suivies.**

Dans le cas précis du parc de Neuville-aux-Bois, le parc comprend 5 éoliennes, ce qui pourrait correspondre théoriquement au seuil minimum pour l'utilisation de ce modèle et donc correctement estimer l'hyperparamètre 'sigma'. De plus, ces éoliennes semblent comporter certaines similitudes, notamment d'un point de vue paysager et habitats. Par conséquent, il ne semble pas impossible d'utiliser ce genre de modélisation, même si la probabilité globale de détection semble presque similaire quelle que soit l'éolienne suivie (Tableau 27). L'utilisation de ce modèle est néanmoins soumise à certaines hypothèses citées plus haut.

Estimation de la mortalité pour l'avifaune

Tableau 30 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de oiseaux au sein du parc de Neuville-aux-Bois sur la période du suivi (partial-pooling)

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	0	2	1	2	0	5
Huso (2010) [IC 95%]	5 [0 ; 18]	10 [3 ; 33]	7 [1 ; 22]	9 [3 ; 25]	5 [0 ; 20]	44 [17 ; 92]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	4 [0 ; 18]	10 [3 ; 32]	7 [1 ; 22]	9 [3 ; 24]	4 [0 ; 19]	38 [16 ; 89]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	7 [0 ; 23]	12 [3 ; 41]	9 [1 ; 27]	10 [3 ; 32]	6 [0 ; 25]	54 [21 ; 118]

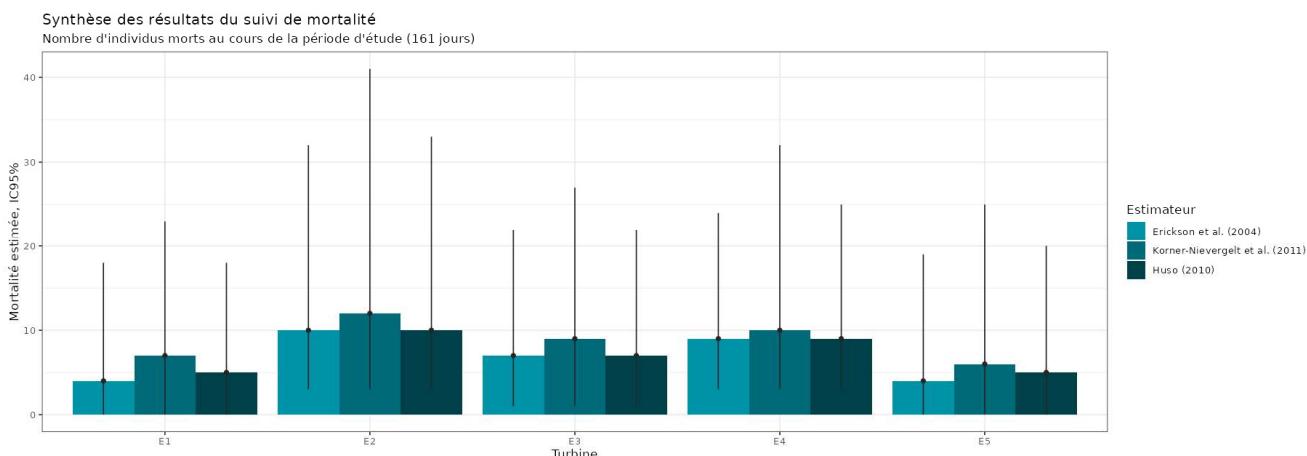


Figure 40 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Neuville-aux-Bois au cours du suivi de 2024 sur 161 jours (partial-pooling)

Un total de **5 cadavres** a été observé sur la totalité du parc durant l'entièreté du suivi. En prenant en compte la méthode d'estimation par « partial-pooling », nous estimons une mortalité la plus probable de **44 cadavres d'oiseaux** (estimateur d'Huso). Notons que l'incertitude autour de cette estimation est relativement importante, **les intervalles de confiance à 95% sont compris entre 17 et 92 cadavres** (Tableau 30 ; Figure 40). A partir de cette incertitude, nous pouvons ainsi estimer que la « réelle » valeur de mortalité se situe dans un intervalle compris entre 17 et 92 cadavres, 44 étant la valeur la plus probable (i.e. le mode, la valeur dont la probabilité d'apparition est la plus forte).

En se basant sur une analyse par éolienne, l'E02 semble être la plus mortifère avec une estimation la plus probable de 10 [3 ; 33] cadavres (Tableau 30 ; Figure 40).

Globalement, les incertitudes autour de l'estimation de mortalité sont importantes, quelle que soit l'éolienne étudiée (Figure 40). Pour exemple, d'après notre analyse et en prenant en considération la borne supérieure de l'intervalle de confiance, il n'est pas impossible d'observer une mortalité de 33 cadavres sur l'éolienne E2. Ces fortes incertitudes estimées proviennent de la faible probabilité globale de détection, elle-même issue d'une faible persistance et prospection de la surface autour des éoliennes (Tableau 27).

Dans ce cas spécifique, l'application d'une modélisation par « partial-pooling » permet de réduire significativement l'incertitude associée à l'estimation des mortalités par éolienne, et par extension à l'échelle du parc éolien. Toutefois, en raison des hypothèses sous-jacentes de cette approche (notamment le partage partiel d'information entre les éoliennes), elle conduit à une estimation plus élevée du nombre de cadavres sur les éoliennes où aucune mortalité n'a été observée (par exemple, E01 : 0 cadavre), en comparaison avec la méthode « no-pooling ».

Estimation de la mortalité pour les chiroptères.

Tableau 31 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Neuville-aux-Bois sur la période du suivi (partial-pooling)

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	0	0	0	1	0	1
Huso (2010) [IC 95%]	0 [0 ; 10]	0 [0 ; 11]	0 [0 ; 9]	2 [1 ; 13]	0 [0 ; 11]	7 [1 ; 41]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	0 [0 ; 10]	0 [0 ; 10]	0 [0 ; 9]	2 [1 ; 13]	0 [0 ; 11]	8 [1 ; 41]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	0 [0 ; 12]	0 [0 ; 13]	0 [0 ; 12]	2 [1 ; 16]	0 [0 ; 13]	12 [2 ; 52]

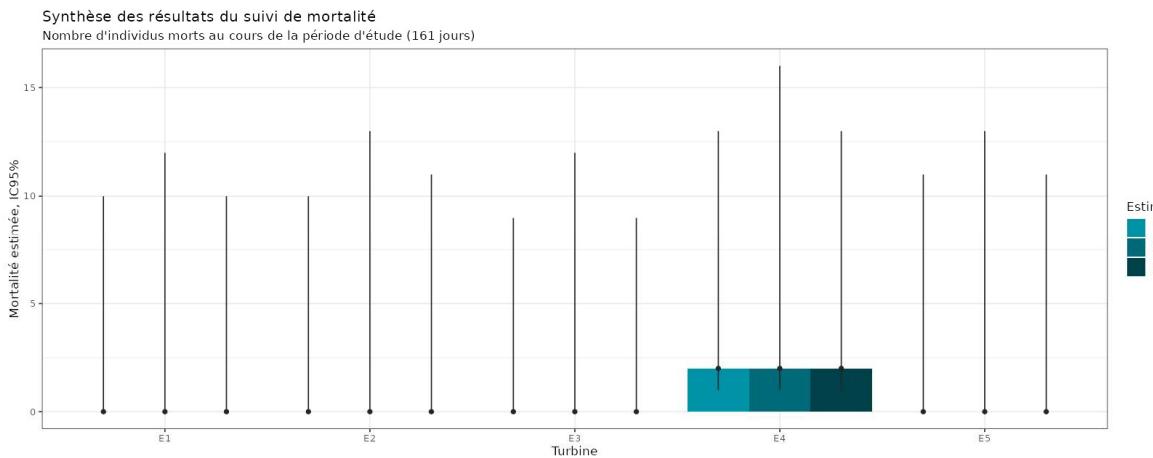


Figure 41 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Neuville-aux-Bois au cours du suivi de 2024 sur 161 jours (partial-pooling)

Un seul cadavre de chiroptère a été observé sur la totalité du parc durant l'entièreté du suivi. En prenant en compte la méthode d'estimation par « partial-pooling », nous estimons une mortalité la plus probable de **7 cadavres de chiroptères** (estimateur d'Huso). Notons que l'incertitude autour de cette estimation est relativement importante, **les intervalles de confiance à 95% sont compris entre 1 et 41 cadavres** (Tableau 31 ; Figure 41). A partir de cette incertitude, nous pouvons ainsi estimer que la « réelle » valeur de mortalité se situe dans un intervalle compris entre 1 et 41 cadavres, 7 étant la valeur la plus probable (i.e. le mode, la valeur dont la probabilité d'apparition est la plus forte). Notons que les autres estimateurs donnent des estimations de mortalité plus importante (Korner-Nievergelt : 12 [2 ; 52]).

En se basant sur une analyse par éolienne, l'E04 (unique éolienne où un cadavre a été retrouvé) semble être la plus mortifère avec une estimation la plus probable de 2 [1 ; 13] cadavres (Tableau 31 ; Figure 41).

Globalement, les incertitudes autour de l'estimation de mortalité sont importantes, quelle que soit l'éolienne étudiée (Tableau 31 ; Figure 41). Ces fortes incertitudes estimées proviennent de la faible probabilité globale de détection, elle-même issue d'une faible persistance et prospection de la surface autour des éoliennes (Tableau 27).

2.3.2.5 Comparaison de la mortalité estimée sur le parc de Neuville-aux-Bois avec le référentiel mortalité corrigée Biotope

Pour obtenir une comparaison plus sensée des estimations de mortalité par éolienne avec le référentiel mortalité, nous avons basé cette analyse comparative avec les résultats des estimations de mortalité de la méthode « partial-pooling » (2.3.2.4.2).

Tableau 32 : Projection de la mortalité estimée par éolienne sur les quantiles de mortalité du référentiel mortalité Biotope (pour un rayon de 50m et entre les semaines 20 à 43)

Oiseaux					
Nom de l'éolienne	E01	E02	E03	E04	E05
Mortalité estimée M avec Huso	5	10	7	9	5
Quantile de mortalité estimée	61%	91%	78%	86%	61%
Chiroptères					
Nom de l'éolienne	E01	E02	E03	E04	E05
Mortalité estimée M avec Huso	0	0	0	2	0
Quantile de mortalité estimée	/	/	/	43%	/

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

Au sein du parc éolien de Neuville-aux-Bois, entre 0 et 2 cadavres d'oiseaux et entre 0 et 1 cadavre de chiroptères ont été observés par éolienne. En appliquant une correction à partir de la probabilité globale de détection, les estimations corrigées se situent entre 5 [0 ; 18] et 10 [3 ; 33] oiseaux par éolienne, et entre 0 [0 ; 9] et 2 [1 ; 13] chiroptères par éolienne. Ainsi, en utilisant de manière comparative le référentiel de mortalité estimée, le niveau de mortalité observé est classé de très faible à très fort selon l'éolienne et le groupe taxonomique (Tableau 32).

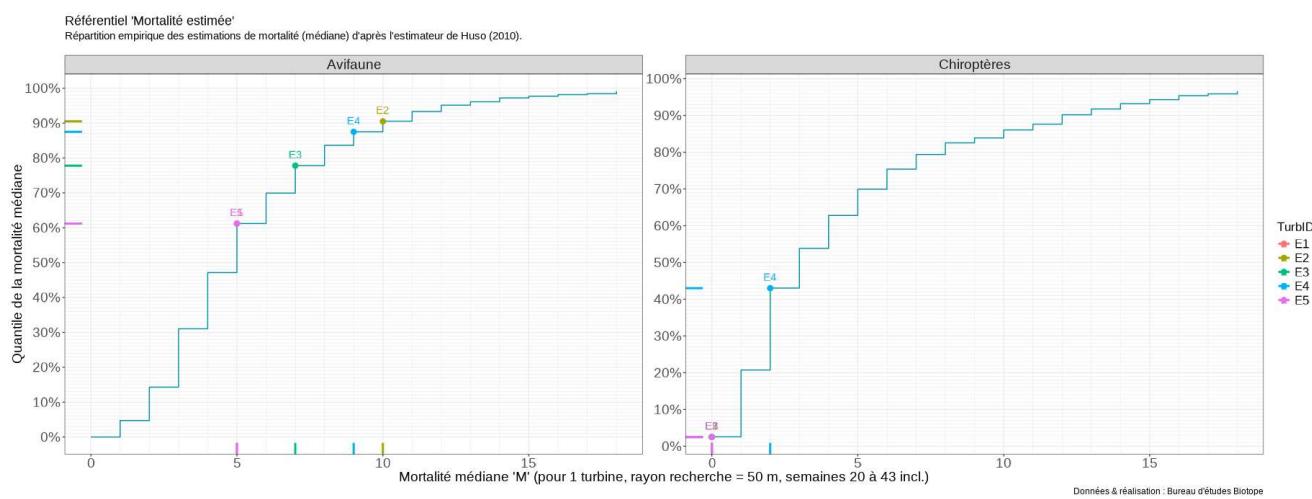


Figure 42 : Projection de la mortalité estimée par turbine issue du parc de Neuville-aux-Bois sur la répartition empirique des estimations de mortalité du référentiel mortalité estimée de Biotope

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité estimée par éolienne compris entre 61% et 91% pour les oiseaux et de 43% sur l'éolienne E04 pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité estimée du parc de Neuville-aux-Bois est assez hétérogène selon les éoliennes mais est toute de même parmi les plus élevés du référentiel pour les oiseaux, et est relativement faible pour les chiroptères.

Notons que l'éolienne E04 semble particulièrement mortifère pour les deux taxons, avec un quantile de mortalité estimée de 86% pour les oiseaux et de 43% pour les chiroptères, soit respectivement, une mortalité estimée plus importante que 86% et 43% des cas de mortalité par éolienne estimée sur les parcs suivis par Biotope depuis 2019 (Tableau 32).

Il est important de noter que ces valeurs ne constituent qu'une alerte sur un potentiel risque de significativité, et doivent être interprétées en conjonction avec les autres indicateurs. Cependant, il semble que le parc étudié présente une tendance à une mortalité estimée, notamment pour les oiseaux, 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 Neuville-aux-Bois sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.

2.3.3 Synthèse du suivi de mortalité

Mortalité brute

Le premier suivi de mortalité mené sur le parc éolien de Neuville-aux-Bois entre le 17 mai 2024 et le 25 octobre 2024 (5 machines) a conduit à l'observation de 6 cadavres, dont 5 oiseaux (4 espèces) et 1 chiroptère.

En effet, 4 espèces d'oiseaux (le Faucon crécerelle, le Roitelet à triple bandeau, la Mésange charbonnière et le Héron cendré) et 1 espèce de chiroptères (la Pipistrelle de Kuhl) ont été retrouvées sous les éoliennes du parc.

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

Concernant la composante spatiale, les cadavres ont été localisés à des distances comprises entre 10 m (Faucon crécerelle) et 57 m du mât (Héron cendré) pour les oiseaux. Le cadavre de Pipistrelle de Kuhl a été retrouvé très près du mât (1 m).

Persistance des cadavres

Deux tests de persistance des cadavres ont été réalisés, avec l'utilisation d'un total de 50 rats. Lors de ces tests, les vitesses de disparition des cadavres déposés ont été assez variables à l'échelle du parc, avec une moyenne de persistance au niveau du parc estimée 2,07 jours.

Estimation de la mortalité

Des estimations de la mortalité ont été réalisées pour l'ensemble des éoliennes du parc, sur la toute la durée du suivi (161 jours).

L'utilisation de la formule d'estimation de Huso avec une approche « no-pooling » amène à estimer une mortalité la plus probable de **40 [13 ; 88] chiroptères**, où la seule observation a été faite la semaine du 26 juillet. Concernant l'**avifaune**, la mortalité la plus probable (avec l'estimateur d'Huso) est estimée à **78 [35 ; 138] oiseaux**, où les observations s'étalent sur 70 jours soit du 9 août au 11 octobre.

En utilisant une modélisation basée sur le partage de l'information (partial-polling), nous estimons une mortalité la plus probable de **7 [1 ; 41] chiroptères** (estimateur d'Huso) sur la totalité du parc et l'entièreté du suivi. Concernant l'avifaune, l'estimation la plus probable est de **44 cadavres [17 ; 92]**.

D'après les résultats du référentiel mortalité corrigée de Biotope, la moyenne des mortalités estimées sur l'ensemble des parcs suivi par Biotope est d'environ **8 oiseaux et 6 chiroptères par éolienne et par suivi** (pour un rayon de recherche de 70 m et une période de suivi compris entre la semaine 20 et 43).

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

En comparaison, pour les chiroptères, les résultats des estimations par éolienne sur le parc de Neuville-aux-Bois sont pour la plupart **bien inférieurs**. Seule E04 fait partie des 43 % des éoliennes les plus mortifères selon notre référentiel. Pour les quatre autres turbines (E01, E02, E03 et E05), elles font partie des plus faibles.

Pour l'avifaune, les résultats des estimations pour deux éoliennes semblent **supérieurs** à ceux issues de notre référentiel. En effet, les éoliennes E02 et E04 sont parmi les plus mortifères de notre référentiel. En revanche, pour les éoliennes E01, E03 et E05, les résultats des estimations pour ces deux éoliennes semblent **inférieurs** (toujours pour un rayon de 70 m).

Au global, E04 est l'éolienne la plus mortifère du parc pour les deux taxons avec un quantile de mortalité estimée supérieur à 86% pour les oiseaux et de 43% pour les chiroptères.

Pour rappel, l'analyse des quantiles de mortalité estimés révèle que certaines éoliennes présentent un impact particulièrement élevé sur l'avifaune par rapport à la mortalité moyenne estimée dans le référentiel Biotope (Figure 42). Toutefois, cette projection repose sur des données tronquées, issues de prospections limitées à un rayon de 50 m. À titre de comparaison, le suivi de Neuville-aux-Bois a été réalisé avec un rayon de prospection de 60 m, ce qui restreint légèrement la portée des conclusions tirées de cette projection.

Durant le suivi mortalité réalisé en 2024, six cadavres dont 5 oiseaux (4 espèces) et 1 chauve-souris ont été observés lors des 24 semaines de suivi mortalité qui s'étendait du 17 mai au 25 octobre 2024.

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024 (5 individus), il s'agit avant tout d'espèces en dispersion à la suite de la période de reproduction voire en migration postnuptiale dont les dates de découverte coïncident avec le passage de ces espèces sur la région. On notera par ailleurs qu'aucune espèce d'oiseaux menacés n'a été retrouvée morte lors du suivi de 2024. **Dans cette situation et au regard de l'estimation de la mortalité pour les oiseaux, nous pouvons conclure que l'impact du parc est significatif pour les oiseaux.** En effet, l'estimation de la mortalité pour ce groupe est comprise entre 14,2 et 18,4 oiseaux/éolienne (no-pooling) et entre 7,6 et 10,8 oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi (partial-polling). Concernant la mortalité brute, en comparaison avec le référentiel de mortalité brut, on constate que celle-ci est légèrement supérieure à la médiane pour les oiseaux.

Concernant les chiroptères, 1 chauve-souris a été retrouvée correspondant à une estimation de mortalité selon les formules entre 39 et 55 individus sur l'ensemble du parc, soit entre 7,8 et 11 chauves-souris par éolienne (no-pooling) et 1,4 et 2,4 chauves-souris par éolienne sur la période de suivi (partial-polling). On notera également qu'aucune espèce de chauves-souris considérée comme menacée en France ou en région Centre-Val de Loire n'a été retrouvée en 2024. **Dans cette situation, nous pouvons conclure que l'impact du parc est non significatif pour les chiroptères au regard des estimations de mortalité.**

2.4 Facteurs d'impact et mesures mises en place

2.4.1 Analyse croisée avec l'étude d'impact

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

Tableau 33 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité en 2024	Analyse comparative
Oiseaux			
Roitelet à triple bandeau	Non contacté dans l'étude d'impact	1 individu sous E03	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle avait conclu à un enjeu faible pour le projet pour cette espèce
Faucon crécerelle	Non quantifié / impact faible	2 individus sous E04	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle avait conclu à un enjeu faible pour le projet pour cette espèce
Héron cendré	Non contacté dans l'étude d'impacte	1 individu sous E02	L'étude d'impact n'avait pas identifié l'espèce
Mésange charbonnière	Non quantifié / impact faible	1 individu sous E02	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle avait conclu à un enjeu faible pour le projet pour cette espèce
Chiroptères			
Pipistrelle de Kuhl	« Risque et enjeu faible pour le projet »	1 individu sous E04	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle avait conclu à un enjeu faible pour le projet pour cette espèce

De manière générale, l'étude d'impact de 2013 n'avait pas relevé de sensibilité particulière au risque de collision pour les oiseaux (risque de collision en hiver, en migration et en reproduction : degré d'impact faible). Pour les chiroptères, sans précisions des espèces, un degré d'impact modéré a été identifié au niveau du parc éolien (zone de territoire de chasse et voie de déplacement (transit ou migration)). Le suivi de mortalité réalisé en 2024 a pu confirmer pour les chiroptères ce risque. En revanche, pour les oiseaux, ce risque avait été sous-évalué.

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

Rappels : Les enregistrements acoustiques en nacelle ont été réalisés au niveau de l'éolienne E05 entre mai et fin octobre 2024. Le nombre de nuits d'enregistrement des activités de chiroptères à hauteur de nacelle est de 186 nuits. Le suivi de mortalité a permis de découvrir un seul chiroptère au niveau de l'éolienne E04.

2.4.2.1 Comparaison de la phénologie entre suivis mortalité et acoustique

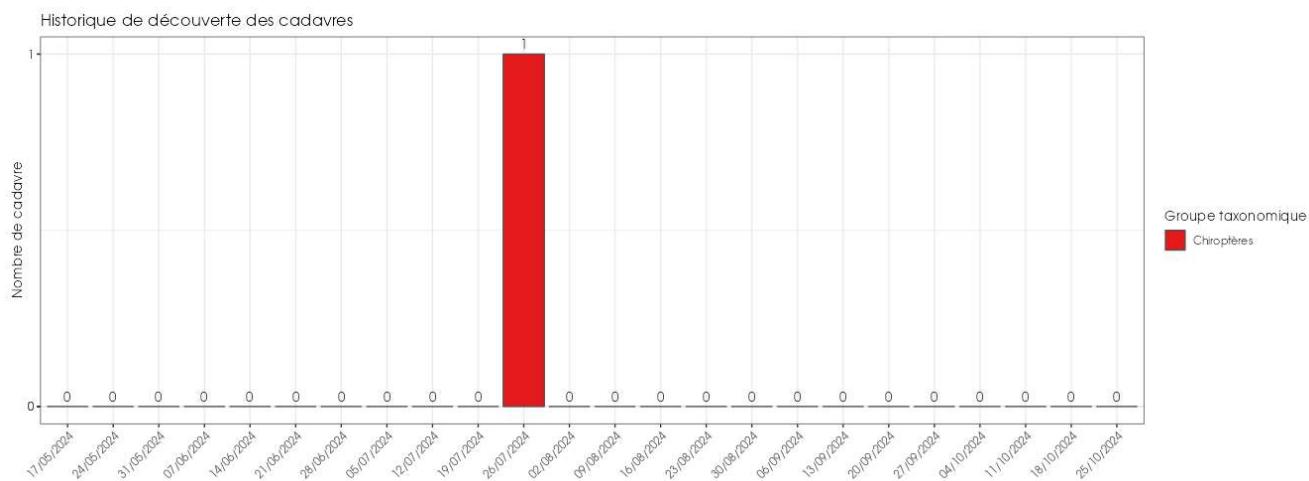


Figure 43 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Neuville-aux-Bois

Un seul cadavre de chauves-souris a été observé lors du suivi mortalité. Il s'agit d'une Pipistrelle de Kuhl découverte le 26 juillet 2024 au niveau de l'éolienne E04.

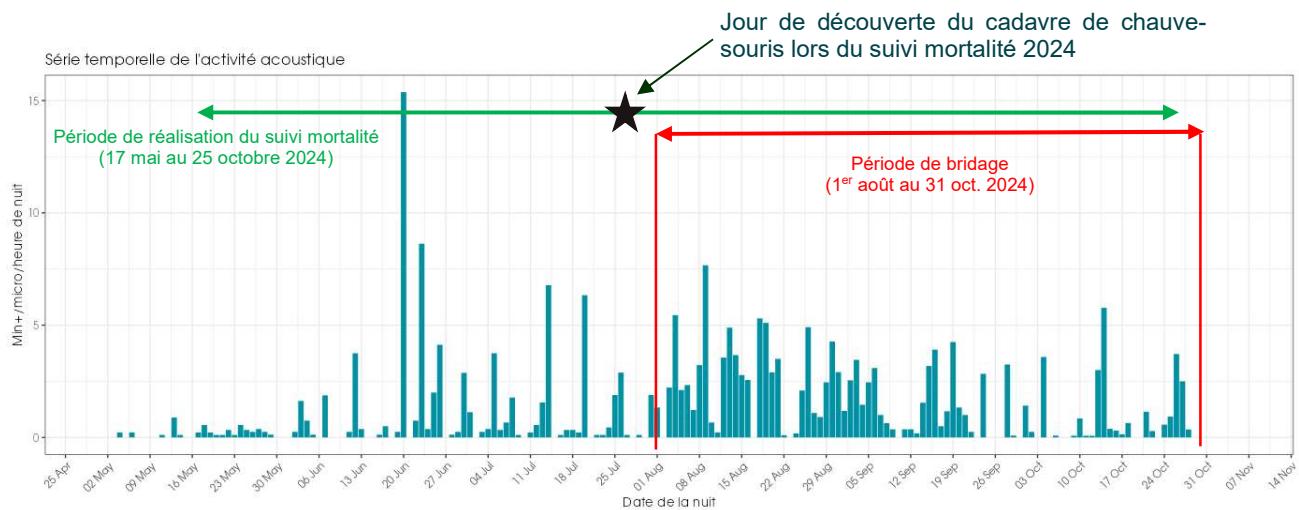


Figure 44 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E05 sur la période de réalisation du suivi mortalité

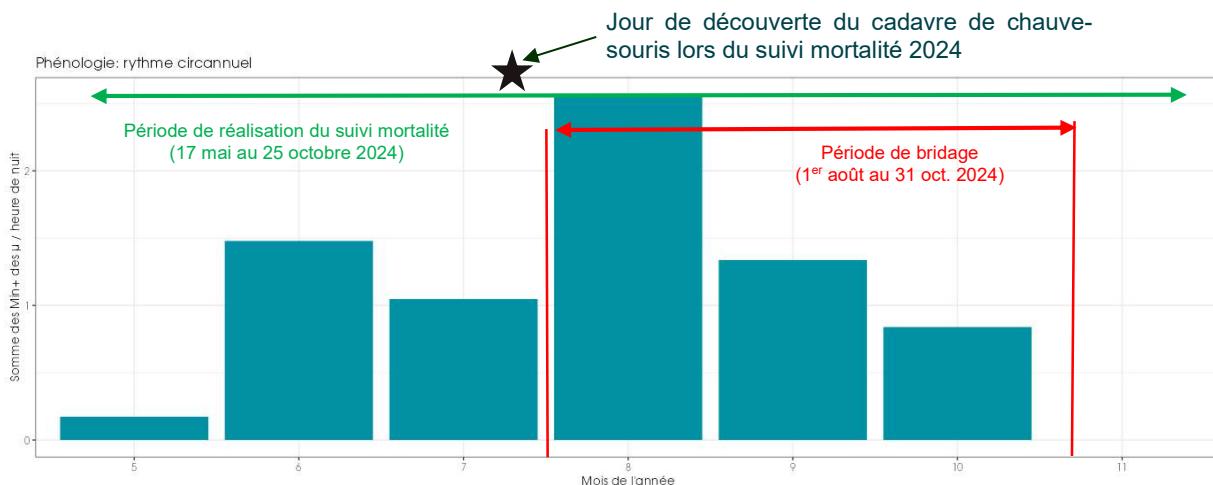


Figure 45 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E05 de Neuville-aux-Bois sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024

En 2024, on observe une activité des chauves-souris en altitude entre mai et octobre. L'activité sur le mois de mai apparaît plutôt faible. On note ensuite une augmentation de l'activité en juin, lors de la période de mise-bas, puis un pic d'activité mensuel en août, en période de migration automnale avant de diminuer progressivement au cours du reste de la période automnale.

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

La découverte du cadavre de chauve-souris coïncide avec la période de mise-bas et d'élevage des jeunes. On note lors du pic d'activité des chauves-souris enregistré en août 2024 au niveau de l'éolienne E05 qu'aucune découverte de chauves-souris n'a été réalisée (période incluse dans le bridage du parc). En revanche, la date de découverte de la chauve-souris correspond à une période d'activité des chiroptères de plus faible intensité, non couverte par le bridage actuellement en place sur le parc.

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



Figure 46 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Neuville-aux-Bois

Pour le suivi de mortalité, l'unique observation concerne une Pipistrelle de Kuhl.

Tableau 34 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 91 m au niveau de l'éolienne E05

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	4	<1%	4	<1%
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	1	<1%	1	<1%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	1 522	25,7%	760	27,1%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	922	15,6%	520	18,5%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1 071	18,1%	496	17,7%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Natusius <i>Pipistrellus kuhlii / P. nathusii.</i>	1 293	21,8%	367	13,1%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	38	0,6%	31	1,1%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus / Nyctalus sp.</i>	1 077	18,2%	626	22,3%
Total général	5 928	100%	2 805	100%

Pour le suivi acoustique, les espèces les plus fréquemment contactées sont la Noctule commune (27,1%), suivie du groupe « Sérotine commune / Noctules indéterminées » et de la Noctule de Leisler (18,5%). Également bien représentés, on retrouve ensuite la Pipistrelle commune (17,7%) et le groupe « Pipistrelle de Kuhl/Natusius » (13,1%). Seulement 1,1% de contacts ont été rattachés à la Sérotine commune et moins de 1% au Grand Murin et à la Grand Noctule.

L'espèce découverte dans le cadre du suivi mortalité a également été détecté lors du suivi acoustique (Pipistrelle de Kuhl). A l'inverse les espèces les plus contactées lors du suivi acoustique n'ont fait l'objet d'aucune découverte durant le suivi mortalité (Noctule commune, Noctule de Leisler et Pipistrelle commune).

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

Sur la période de suivi de l'activité en altitude en 2024, l'activité des chauves-souris est généralement plus importante en début de nuit (0 à h+2) mais on observe quelques regains d'activité en milieu de nuit et fin de nuit en juin et en période de migration automnale (août notamment).

■ Groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Natusius

Le groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Natusius est particulièrement bien présente sur le site. Pour rappel, elle représente plus de 13 % des minutes positives enregistrées. Le groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Natusius apparaît présente en altitude tout au long de la présence d'activité des chauves-souris en altitude. Elle est présente sur le site dès le mois de mai jusqu'à octobre. Son pic d'activité à lieu en juin lors de la période de mise bas et d'élevage des jeunes. On observe également un augmentation progressive de son activité au cours des mois d'août à octobre, lors de la période de migration automnale.

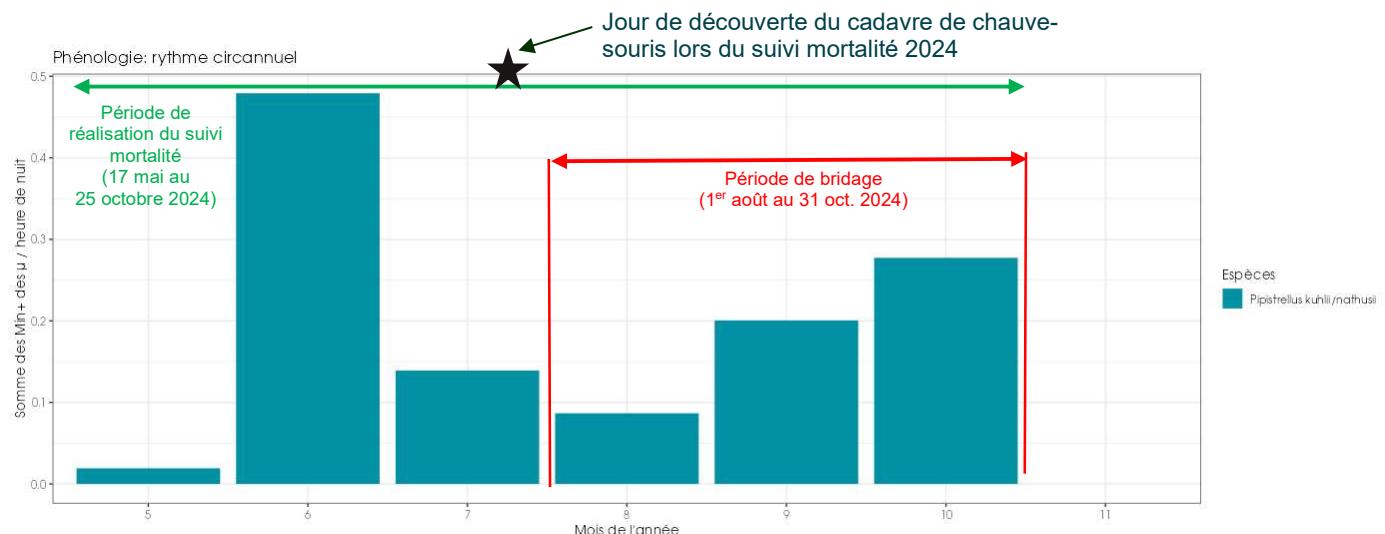


Figure 47 : Eolienne E05 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelle de Kuhl / Nathusius en 2024

Le bilan de la phénologie des découvertes de cadavres est présenté dans le tableau ci-dessous (Tableau 35 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces).

Tableau 35 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces

Date	26/07	Total général
Période	Mise-bas et élevage des jeunes	
Bridage	Absence de bridage	
Pipistrelle de Kuhl	1	
Total général	1	

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

La Pistrelle de Kuhl a été découverte le 26 juillet 2024 au niveau de l'éolienne E04 et constitue l'unique cadavre trouvé lors du suivi de mortalité. Le groupe Pipistrelle de Kuhl / Nathusius représente environ 13% des contacts obtenus et se place ainsi à la 4^{ème} place des espèces / groupe d'espèces les plus contactés. On notera qu'aucun cadavre de Noctule commune, l'espèce la plus souvent contactée en altitude, n'a été observé.

Cette découverte a été réalisée en période de non bridage du parc. En revanche, sur la période de bridage (1^{er} août – 31 octobre), aucun cadavre de chiroptères n'a été retrouvé.

Limites du croisement des informations des suivis mortalité et acoustique : La comparaison des données acoustiques issues d'une seule éolienne (comparativement au suivi de mortalité qui est réalisé sur l'ensemble des éoliennes du parc) peut limiter l'interprétation du fait du manque de représentativité de l'activité locale de l'éolienne suivie en acoustique. Cette analyse comparative reste une analyse visuelle qui permet simplement de mettre en avant des éléments convergents ou non entre les deux types de suivis sur le même pas de temps.

2.4.3 Evaluation de l'efficacité du bridage chiroptère en fonctionnement

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

Il est à noter que les capteurs des paramètres météorologiques n'ont pas pu faire remonter des données pour l'ensemble des contacts de chauves-souris obtenus sur l'éolienne. Le volume de données utilisé pour l'analyse l'évaluation du bridage correspond au nombre total de minutes positives pour lesquelles les données météorologiques sont disponibles, soit N=2 730 minutes positives sur 186 nuits de suivi, entre le 2 mai et le 31 octobre 2024, au lieu de 2 805 minutes. Cela correspond à 97,33% des minutes positives de chiroptères obtenues sur l'ensemble de la période d'enregistrement. Pour cette analyse, nous avons fait le choix de regrouper l'ensemble des espèces de Pipistrellus au sein du groupe Pipistrellus sp.

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

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

Tableau 36 : Paramètre de bridage conventionnel pour le parc éolien de Neuville-aux-Bois

Période	Du 1 ^{er} août au 31 octobre
Eoliennes concernées	Toutes les turbines
Vitesse de vent nacelle (m/s)	< 6 m/s
Température ambiante nacelle (°C)	> 13°C
Période de la nuit pour les éoliennes concernées	30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'à 2h du matin
Conditions de précipitations préconisées	Absence de précipitation

Les résultats de l'évaluation des paramètres de bridage actuellement en mise œuvre sur les données d'activité enregistrées au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois en 2024 sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 37 : Comparaison d'efficacité du bridage mis en place à partir des données 2024 en minute positive

	Du 1 ^{er} août au 31 octobre	Total sur la période suivie en 2024 : 2 mai au 4 novembre 2024
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	78,3 % toutes espèces confondues	55,9 % toutes espèces confondues
Nombre de minute positive restant à risque	422 minutes sur 1 947 toutes espèces confondues	1 205 minutes sur 2 730 toutes espèces confondues
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	78 ,6%	63,3%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	88 minutes sur 412 minutes de présence de Noctule de Leisler.	188 minutes sur 512 minutes de présence de Noctule de Leisler.
Proportion d'activité des Noctules commune (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	75%	62,3%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	152 minutes sur 608 minutes de présence de Noctule commune.	276 minutes sur 732 minutes de présence de Noctule commune.

	Du 1 ^{er} août au 31 octobre	Total sur la période suivie en 2024 : 2 mai au 4 novembre 2024
Proportion d'activité des pipistrelles (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	87%	42,7%
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	54 minutes sur 414 minutes de présence des pipistrelles	482 minutes sur 842 minutes de présence des pipistrelles

Le bridage actuel montre un taux de couverture de l'activité toutes espèces confondues d'environ 55,9 % sur l'ensemble de la période ayant fait l'objet d'une écoute en altitude en 2024. Les résultats sont également bas lorsqu'on regarde les trois principales espèces contactées que sont la Pipistrelle commune (42,7%), la Noctule commune (62,3%) et la Noctule de Leisler (63,3%).

3 Mesures correctives et conclusion

3.1 Mesures correctives

3.1.1 Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique

Dans le cas du parc de Neuville-aux-Bois, un bridage des éoliennes a été mis en œuvre en 2024. Au regard des résultats bruts, il apparaît nécessaire de le renforcer. Ce bridage a été mis en place entre le 1^{er} août et le 31 octobre 2024, avec les paramètres suivants :

- Du 1^{er} août au 31 octobre 2023 : Vent : < 6m/s ; Température : > 13°C ; De 30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'à 2h du matin et en l'absence de précipitations.

L'application de ces paramètres sur les résultats de 2024 font apparaître un niveau de protection insuffisant (cf. tableau suivant).

La mortalité des chiroptères sur le site est faible, et le seul cadavre retrouvé est une Pipistrelle de Kuhl, découverte hors de la période de bridage (fin juillet).

Le bridage suivant est proposé en remplacement de celui actuellement en place sur le parc de Neuville-aux-Bois. Il propose une plus large couverture sur la durée de la nuit et est ajusté avec des seuils de températures et de vitesse du vent dynamiques selon la période.

Le bridage proposé permet de couvrir 93,3% de l'activité observée lors de l'écouté en nacelle réalisée en 2024. Toutefois, ce type d'analyse ne prend pas en compte les variations interannuelles d'activité des chauves-souris. Les proportions d'activités protégées par les paramètres de bridage peuvent évoluer.

Un suivi mortalité en 2025, ciblé sur cette période, permettrait de vérifier l'efficacité de cette mesure de bridage spécifique sur la mortalité des chauves-souris.

Tableau 38 : Proposition de bridage spécifique des éoliennes pour le parc de Neuville-aux-Bois pour 2024

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Période n°5	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 2 mai au 4 novembre)
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} au 31 mai	Du 1 ^{er} juin au 31 juillet	Du 1 ^{er} au 31 août	Du 1 ^{er} septembre au 30 septembre	Du 1 ^{er} octobre au 31 octobre	Du 1 ^{er} mai au 31 octobre
Seuil de température	Par des températures supérieures ou égales à 13°C	Par des températures supérieures ou égales à 14°C	Par des températures supérieures ou égales à 15°C	Par des températures supérieures ou égales à 12°C	Par des températures supérieures ou égales à 12°C	Par des températures supérieures ou égales à 13°C du 1 ^{er} au 31 mai Par des températures supérieures ou égales à 14°C du 1 ^{er} juin au 31 juillet Par des températures supérieures ou égales à 15°C du 1 ^{er} au 31 août Par des températures supérieures ou égales à 12°C du 1 ^{er} septembre au 31 octobre
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 6 m/s	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 6 m/s	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 7,5 m/s	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 7,5 m/s	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 6,5 m/s	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 6 m/s du 1 ^{er} mai au 31 juillet

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Période n°5	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 2 mai au 4 novembre)		
						Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 7,5 m/s du 1^{er} août au 30 septembre Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 6,5 m/s du 1^{er} octobre au 31 octobre		
Nombre d'heures durant la nuit	Du coucher au lever du soleil			D'une heure avant le coucher du soleil au lever du soleil		Du coucher au lever du soleil du 1^{er} mai au 31 août D'une heure avant le coucher jusqu'au lever du soleil du 1^{er} septembre au 31 octobre		
Pluviométrie	Bridage du parc en l'absence de pluie							
	Evaluation du scénario de bridage sur les données 2024 pour chacune des périodes							
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	69,4 %	93,5 %	95,1 %	90,1 %	96,1 %	93,3 %		
Nombre de minute positive restant à risque	15 minutes sur 49 toutes espèces confondues	48 minutes sur 734 toutes espèces confondues	45 minutes sur 922 toutes espèces confondues	58 minutes sur 587 toutes espèces confondues	17 minutes sur 438 toutes espèces confondues	183 minutes sur 2 730 toutes espèces confondues		
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	70,6 %	91,6 %	93,5 %	95,1 %	98,8 %	93,6 %		
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	5 minutes sur 17 minutes de présence des Noctules de Leisler	7 minutes sur 83 minutes de présence des Noctules de Leisler	16 minutes sur 246 minutes de présence des Noctules de Leisler	4 minutes sur 77 minutes de présence des Noctules de Leisler	1 minutes sur 85 minutes de présence des Noctules de Leisler	33 minutes sur 512 minutes de présence des Noctules de Leisler		
Proportion d'activité des Noctules commune (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	66,7 %	90,7 %	96 %	86 %	91,9 %	91,3 %		
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	2 minutes sur 6 minutes de présence des Noctules commune	11 minutes sur 118 minutes de présence des Noctules commune	12 minutes sur 298 minutes de présence des Noctules commune	33 minutes sur 236 minutes de présence des Noctules commune	6 minutes sur 74 minutes de présence des Noctules commune	64 minutes sur 732 minutes de présence de Noctule commune		
Proportion d'activité de Pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	85,7%	95,9 %	98,5 %	96 %	97,5 %	96, 3 %		
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	2 minutes sur 14 minutes de présence des pipistrelles	17 minutes sur 414 minutes de présence des pipistrelles	1 minute sur 65 minutes de présence des pipistrelles	6 minutes sur 151 minutes de présence des pipistrelles	5 minutes sur 198 minutes de présence des pipistrelles	31 minutes sur 842 minutes de présence des pipistrelles		

Afin de limiter l'impact du parc de Neuville-aux-Bois sur le groupe des chauves-souris, nous conseillerions à l'exploitant du parc de mettre en place un bridage différencié par saison. Ce nouveau bridage comprend premièrement l'ajout des mois de mai à juillet avec un bridage du coucher au lever du soleil, des vitesses de vent inférieures à 6 m/s et pour des températures supérieures à 13°C en mai et supérieures à 14°C en juin. Deuxièmement, le bridage automnal est renforcé passant de 6 à

7,5 m/s au cours des mois d'août et de septembre et de 6 à 6,5m/s pour octobre, par rapport au bridage actuel de 2024. Pour cette période, le bridage est alors actif pour des températures supérieures à 15°C en août et 12°C en septembre et en octobre ; du coucher au lever du soleil en août et d'une heure avant le coucher jusqu'au lever du soleil en septembre et en octobre.

De plus, cette mesure correctrice aura certainement également un effet positif sur la mortalité des passereaux en migration nocturne, car de nombreuses espèces migrent la nuit.

3.1.2 Reconducton du suivi post implantation

Au regard de la modification des paramètres de bridage du parc de Neuville-aux-Bois, il sera nécessaire de poursuivre en 2025 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.

On notera enfin que concernant les oiseaux, ce nouveau suivi permettra de voir la tendance d'impact du parc sur le cortège des oiseaux passereaux et rapaces notamment et si des mesures correctives devront être mises en œuvre à l'issue du suivi et de ces conclusions. En l'état actuel et au regard des espèces retrouvées en 2024, il n'existe aucun dispositif permettant de réduire cet impact sur ces espèces.

3.1.3 Entretien rigoureux des plateformes

Il est important que les plateformes des éoliennes ne soient pas attrayantes pour le petit gibier de plaine, afin d'éviter d'attirer les prédateurs que sont les oiseaux de type « rapaces », espèces sensibles aux risques de collision. Afin d'éviter une telle attractivité, une fauche régulière devra être maintenue chaque année durant la totalité de fonctionnement du parc éolien de Neuville-aux-Bois et notamment lors du suivi à réaliser en 2025 (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). A noter qu'en 2024, l'entretien des plateforme étaient correctement géré et il convient de poursuivre ainsi.

3.2 Conclusions

Le suivi mortalité réalisé en 2024 a mis en évidence 6 cadavres dont 5 oiseaux (4 espèces) et 1 chauve-souris (1 espèce) lors des 24 semaines de suivi mortalité qui s'étendait du 17 mai au 25 octobre 2024.

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 : friche, betteraves, céréales...). De plus, la persistance est relativement faible à l'échelle du parc, avec un temps moyen de persistance de 2,07 jours. 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 (notamment les intervalles de confiance) qui intègrent ces facteurs sont plus importantes pour les oiseaux et les chauves-souris.

Concernant les oiseaux :

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024 (5 individus), il s'agit d'espèces en dispersion suite à la période de reproduction voire en migration postnuptiale (Faucon crécerelle, Héron cendré, Mésange charbonnière, Roitelet à triple bandeau) dont les dates de découverte coïncident avec le passage de ces espèces sur la région. Sur les 5 oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024, aucun ne correspond à des espèces chassables. On notera qu'aucune espèce d'oiseaux menacés n'a été retrouvée lors du suivi de 2024.

Au regard de l'estimation de la mortalité pour les oiseaux évaluée en 2024, l'impact du parc est significatif pour les oiseaux. En effet, l'estimation de la mortalité la plus probable pour ce groupe est comprise entre 14,2 et 18,4 oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi (méthode no-pooling). Les résultats de la mortalité brute restent légèrement supérieurs aux chiffres que l'on peut trouver à partir de notre référentiel brute Biotope (quantile de mortalité brute à 60%). Ce sont notamment les estimations des temps de persistance ainsi que la non-prospection de certaines surfaces au cours du suivi qui engendrent une forte augmentation de l'estimation de la mortalité ainsi que dans le calcul des incertitudes.

Concernant les chauves-souris :

Concernant les chauves-souris, un bridage du parc est mis en place sur la période 1^{er} août - 31 octobre pour l'ensemble des 5 éoliennes qui compose le parc. Au regard des résultats du suivi 2024 où 1 chauve-souris a été retrouvée fin juillet 2024 (1 Pipistrelle de Kuhl), nous avons une estimation de mortalité la plus probable selon les formules entre 7,8 et 11 chauves-souris par éolienne sur la période de suivi (méthode no-pooling). Ces estimations sont dans la moyenne par rapport à la moyenne de la gamme des données que l'on peut retrouver dans la bibliographie (environ 10 chauves-souris/éolienne/an) ou des référentiels estimées (4,5 chiroptères/éolienne/suivi pour le référentiel Biotope contre 3,53 chiroptères /éolienne/suivi pour le référentiel Ouest'Am (pour un suivi de la semaine S20 à S43 sur un rayon de prospection de 50 m). On notera qu'aucune espèce de chauves-souris considérée comme menacée en France ou en région Centre-Val de Loire n'a été retrouvée en 2024. Dans cette situation, nous pouvons conclure que l'impact du parc est non significatif pour les chiroptères au regard des estimations de mortalité. Encore une fois, ce sont principalement les résultats de la prédatation ainsi que la non-prospection de certaines surfaces au cours du suivi qui engendrent une augmentation de l'estimation de la mortalité.

Au niveau de la phénologie, les écoutes en altitude réalisées en 2024 montrent la présence de chauves-souris sur l'ensemble de leurs cycle biologique à savoir en période de migration printanière (mai), en période de mise-bas des chauves-souris (juin-juillet) et également en période de migration (août-octobre). L'activité en altitude sur le mois de mai apparaît plutôt faible. On note ensuite une augmentation de l'activité en juin, lors de la période de mise-bas, puis un pic d'activité mensuel en août, en période de migration automnale avant de diminuer progressivement au cours de la période automnale.

Les écoutes en altitude sur l'année 2024 ont permis de déterminer que le bridage actuellement en place couvrait 55,9% de l'activité enregistrée durant la période de suivi soit du 2 mai au 4 novembre 2024 (soit 62,3% des Noctules communes, 63,2% des Noctules de Leisler et 42,7% des Pipistrelles communes). En 2024, le bridage en place n'est donc pas suffisamment adapté aux conditions et à l'activité des chiroptères enregistrées au niveau de l'éolienne E05.

Au regard des résultats des suivis réalisés en 2024, un renforcement du bridage mis en place paraît nécessaire notamment dans le but de réduire l'impact du parc sur les Noctules communes mais également sur l'activité générale des chauves-souris.

À la suite de l'analyse de l'activité acoustique en nacelle, un scénario de bridage, en ce sens, est proposé pour limiter l'impact des éoliennes sur les chauves-souris en fonction des conditions météorologiques. Il permet notamment de couvrir 93,3% de l'activité chiroptérologique dont 91,3% des Noctules communes.

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Période n°5	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 2 mai au 4 novembre)		
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} au 31 mai	Du 1 ^{er} juin au 31 juillet	Du 1 ^{er} au 31 août	Du 1 ^{er} septembre au 30 septembre	Du 1 ^{er} octobre au 31 octobre	Du 1 ^{er} mai au 31 octobre		
Seuil de température	Par des températures supérieures ou égales à <u>13°C</u>	Par des températures supérieures ou égales à <u>14°C</u>	Par des températures supérieures ou égales à <u>15°C</u>	Par des températures supérieures ou égales à <u>12°C</u>	Par des températures supérieures ou égales à <u>12°C</u>	Par des températures supérieures ou égales à <u>13°C</u> <u>du 1^{er} au 31 mai</u> Par des températures supérieures ou égales à <u>14°C</u> <u>du 1^{er} juin au 31 juillet</u> Par des températures supérieures ou égales à <u>15°C</u> <u>du 1^{er} au 31 août</u> Par des températures supérieures ou égales à <u>12°C</u> du <u>1^{er} septembre au 31 octobre</u>		
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>7,5 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>7,5 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6,5 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6 m/s</u> <u>du 1^{er} mai au 31 juillet</u> Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>7,5 m/s</u> <u>du 1^{er} août au 30 septembre</u> Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6,5 m/s</u> <u>du 1^{er} octobre au 31 octobre</u>		
Nombre d'heures durant la nuit	Du coucher au lever du soleil			D'une heure avant le coucher du soleil au lever du soleil		Du coucher au lever du soleil <u>du 1^{er} mai au 31 août</u> D'une heure avant le coucher jusqu'au lever du soleil <u>du 1^{er} septembre au 31 octobre</u>		
Pluviométrie	Bridage du parc en l'absence de pluie							
	Evaluation du scénario de bridage sur les données 2024 pour chacune des périodes					Evaluation sur l'ensemble du suivi en altitude (mai à novembre)		
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	69,4 %	93,5 %	95,1 %	90,1 %	96,1 %	93,3 %		
Nombre de minute positive restant à risque	15 minutes sur 49 toutes espèces confondues	48 minutes sur 734 toutes espèces confondues	45 minutes sur 922 toutes espèces confondues	58 minutes sur 587 toutes espèces confondues	17 minutes sur 438 toutes espèces confondues	183 minutes sur 2 730 toutes espèces confondues		
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	70,6 %	91,6 %	93,5 %	95,1 %	98,8 %	93,6 %		
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	5 minutes sur 17 minutes de présence des Noctules de Leisler	7 minutes sur 83 minutes de présence des Noctules de Leisler	16 minutes sur 246 minutes de présence des Noctules de Leisler	4 minutes sur 77 minutes de présence des Noctules de Leisler	1 minutes sur 85 minutes de présence des Noctules de Leisler	33 minutes sur 512 minutes de présence des Noctules de Leisler		
Proportion d'activité des Noctules commune (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	66,7 %	90,7 %	96 %	86 %	91,9 %	91,3 %		
Nombre de minute positive restant à	2 minutes sur 6 minutes de	11 minutes sur 118 minutes de	12 minutes sur 298 minutes de	33 minutes sur 236 minutes de	6 minutes sur 74 minutes de	64 minutes sur 732 minutes de présence de Noctule commune		

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Période n°5	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 2 mai au 4 novembre)
risque pour la Noctule commune	présence des Noctules commune	présence des Noctules commune	présence des Noctules commune	présence des Noctules commune	présence des Noctules commune	
Proportion d'activité de Pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	85,7%	95,9 %	98,5 %	96 %	97,5 %	96,3 %
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	2 minutes sur 14 minutes de présence des pipistrelles	17 minutes sur 414 minutes de présence des pipistrelles	1 minute sur 65 minutes de présence des pipistrelles	6 minutes sur 151 minutes de présence des pipistrelles	5 minutes sur 198 minutes de présence des pipistrelles	31 minutes sur 842 minutes de présence des pipistrelles

Le suivi conduit en 2024 a ainsi permis d'observer que le bridage proposé dans l'arrêté préfectoral n'était pas à l'épreuve des variations interannuelles de l'activité des chiroptères. Ce suivi a donc permis de proposer un nouveau bridage qui devrait s'avérer plus robuste, ce qui devra être surveillé via la reconduction d'un suivi des chiroptères en altitude en 2025.

Il en résulte qu'un suivi mortalité en 2025 permettra 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 le début de la mise en place du bridage du parc, soit à partir de début mai 2025 (semaine 18) jusqu'à la semaine 43. En fonction des résultats, des ajustements ne sont pas à exclure.

4 Bibliographie

- ABO WIND, 2019. Ferme éolienne de Neuville-aux-Bois – Mise à jour des effets cumulés. 28p.
- ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. (2015). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, 544 p.
- AKAIKE, Hirotugu. A new look at the statistical model identification. IEEE transactions on automatic control, 1974, vol. 19, no 6, p. 716-723. ANDRE, Y. 2004. - Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort. 20 p.
- ARNETT E. B., ERICKSON W., KERNS 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., 2021 - Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 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. Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe. Identification des espèces, Etudes de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Museum National D'histoire Naturelle, Paris (Collection Inventaires et biodiversité), 344 P.
- BARRIENTOS, Rafael, MARTINS, Ricardo C., ASCENSÃO, Fernando, et al. A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies. Biological conservation, 2018, vol. 222, p. 146-153.
- BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p.
- BORNER, L., DURIEZ, Olivier, BESNARD, A., et al. Bird collision with power lines: estimating carcass persistence and detection associated with ground search surveys. Ecosphere, 2017, vol. 8, no 11, p. e01966.
- 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>.
- DALTHORP, Daniel, HUSO, Manuela, DALTHORP, Mark, et al. Accounting for the Fraction of Carcasses outside the Searched Area and the Estimation of Bird and Bat Fatalities at Wind Energy Facilities. arXiv preprint arXiv:2201.10064, 2022.
- DIETZ, C. ET VON HELVERSEN, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.
- DIRECTION DEPARTEMENTALE DE LA PROTECTION DES POPULATIONS, SECURITE DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL, 2019. Arrêté modificatif autorisant la SNC FERME EOLIENNE de NEUVILLE-AUX-BOIS à exploiter une installation de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent sur la commune de Neuville-aux-Bois. 6 p.
- DOMÍNGUEZ DEL VALLE, Jon, CERVANTES PERALTA, Francisco, et JAQUERO ARJONA, María I. Factors affecting carcass detection at wind farms using dogs and human searchers. Journal of Applied Ecology, 2020, vol. 57, no 10, p. 1926-1935.
- DÜRR, T. (2024). Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe.
- 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.
- 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.
- GAULTIER, S.P., MARX, G., & ROUX, D., 2019. Éoliennes et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. Office national de la chasse et de la faune sauvage/LPO. 120 p. https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf

- GAULTIER, Simon P., BLOMBERG, Anna S., IJÄS, Asko, et al. Bats and wind farms: The role and importance of the Baltic Sea countries in the European context of power transition and biodiversity conservation. *Environmental Science & Technology*, 2020, vol. 54, no 17, p. 10385-10398.
- GROUPE CHIROPTÈRES DE LA SFEPM, 2016. Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres Actualisation 2016des recommandations SFEPM, Version 2.1(février2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 33 pages+ annexes
- HAQUART A., 2013 - Référentiel d'activité des chiroptères, éléments pour l'interprétation des dénombremnts de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française : Biotope, École Pratique des Hautes Études, 99 p.
- HAQUART A., 2015. — ACTICHIRO, un référentiel pour l'interprétation des dénombremnts de Chiroptères avec les méthodes acoustique en France. *Symbiose* (34-35): 1-9.
- HAQUART, A., BAS, Y., TRANCHARD, J. & LAGRANGE, H., 2012. Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mats de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. Présentation. In Rencontres nationales "chauves-souris" 2012.
- HARTER N. 2015. Eoliennes et mortalité des chiroptères : synthèse des résultats du suivi d'une quinzaine de parcs éoliens en Champagne-Ardenne. Rencontre chiroptères Grand-Est, Saint-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'ECOLOGIE APPLIQUEE, 2016. Projet éolien de Neuville-aux-Bois (Loiret) – Prospection chiroptérologique en altitude. 8 p.
- INSTITUT D'ECOLOGIE APPLIQUEE, 2013. Projet de parc éolien sur la commune de Neuville-aux-Bois (Loiret) – Etude d'impact – Volet biologique. 101 p.
- KORNER-NIEVERGELT F, BEHR O, BRINKMANN R, ETTERSON MA, HUSO MM, DALTHORP D, KORNER-NIEVERGELT P, ROTH T and NIERMANN I (2015). "Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial." *Wildlife Biology*, pp. 30-43.
- KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN, R., NIERMANN, I. & BEHR, O. (2013). Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. *PLoS ONE* 8(7), e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997.
- KORNER-NIEVERGELT, F., KORNER-NIEVERGELT, P., BEHR, O., et al. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology*, vol. 17, no 4, p. 350-363.
- LABROSSE, A. (2009). Determining factors affecting carcass removal and searching efficiency during the post-construction monitoring of wind farms. University of Northern British Columbia.
- LAWSON M, JENNE D, THRSHER R, HOUCK D, WIMSATT J, STARW B, 2020 - An investigation into the potential for wind turbines to cause barotraumain bats. *LoS ONE* 15(12) - <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242485>
- MARCHESI, P., BLANT, M. ET CAPT, S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.
- MATUTINI, F. 2014. Détermination de l'effort d'échantillonnage pour la réalisation d'inventaires chiroptérologiques a différentes échelles spatiales et en fonction de l'hétérogénéité des habitats : rapport de stage. centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (cefe), Montpellier ; biotope, Mèze, 13 p.
- MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ENERGIE (MEDDE), 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre, Novembre 2015, 40p.
- MITCHELL-JONES A.J., AMORI G., BOGDANOWICZ W., KRYŠTUFEK B., REIJNDERS P.J.H., SPITZENBERGER F., STUBBE M., THISSEN J.B.M., VOHRALÍK V. & ZIMA J., 1999 - The atlas of European mammals, Societas Europaea Mammalogica, Poyser National History, 484 p.
- PONCE, Carlos, ALONSO, Juan Carlos, ARGANDOÑA, Gonzalo, et al. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation*, 2010, vol. 13, no 6, p. 603-612.
- PREFECTURE REGION CENTRE, 2014. Arrêté préfectoral autorisant la SNC FERME EOLIENNE de NEUVILLE-AUX-BOIS à exploiter une installation de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent sur la commune de Neuville-aux-Bois. 10 p.
- REYES, Gabriel A., RODRIGUEZ, Meredith J., LINDKE, Kenneth T., et al. Searcher efficiency and survey coverage affect precision of fatality estimates. *The Journal of Wildlife Management*, 2016, vol. 80, no 8, p. 1488-1496.
- RODRIGUES, L., BACH, L., DUBORG-SAVAGE, M. J., KARAPANDZA, B., KOVAC, D., KERVYIN, T., DEKKER, J., KEPEL, A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH, C., PARK, K., MICEVSKI, B. & MINDERMAN, J., 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- RUSS J., 2023. — Les chauves-souris par le son. Delachaux et Niestlé, 480 p.

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

Sites Internet

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



5 Annexes

Annexe I : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne (m)
26/07/2024	E04	<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Natterer in Kuhl, 1817)	Pipistrelle de Kuhl	En décomposition	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	1 m
09/08/2024	E04	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	Faucon crécerelle	En décomposition	Adulte	Femelle	Collision avec pale	43 m
09/08/2024	E02	<i>Parus major</i> Linnaeus, 1758	Mésange charbonnière	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	43 m
13/09/2024	E03	<i>Regulus ignicapilla</i> (Temminck, 1820)	Roitelet à triple bandeau	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	41 m
27/09/2024	E04	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	Faucon crécerelle	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	10 m
11/10/2024	E02	<i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758	Héron cendré	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	57 m

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

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

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

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

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

« Art. 12.-L'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Sauf cas particulier justifié et faisant l'objet d'un accord du Préfet, ce suivi doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. Dans le cas d'une dérogation accordée par le Préfet, le suivi doit débuter au plus tard dans les 24 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation. « Ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation. « Le suivi mis en place par l'exploitant est conforme au protocole de suivi environnemental reconnu par le ministre chargé des installations classées. « Les données brutes collectées dans le cadre du suivi environnemental sont versées, par l'exploitant ou toute personne qu'il aura mandatée à cette fin, dans l'outil de télé-service de “ dépôt légal de données de biodiversité ” créé en application de l'arrêté du 17 mai 2018. Le versement de données est effectué concomitamment à la transmission de chaque rapport de suivi environnemental à l'inspection des installations classées imposée au II de l'article 2.3. Lorsque ces données sont antérieures à la date de mise en ligne de l'outil de télé-service, elles doivent être versées dans un délai de 6 mois à compter de la date de mise en ligne de cet outil. « Dans le cas d'un projet de renouvellement d'une installation existante, autre qu'un renouvellement à l'identique ou une extension au sens de l'article R. 181-46-I du code de l'environnement, l'exploitant met en place un suivi environnemental, permettant d'atteindre les objectifs visés au 1er alinéa du présent article, dans les 3 ans qui précèdent le dépôt du porter à connaissance au préfet prévu par l'article R. 181-46 du code de l'environnement.

Annexe III : 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 48 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018

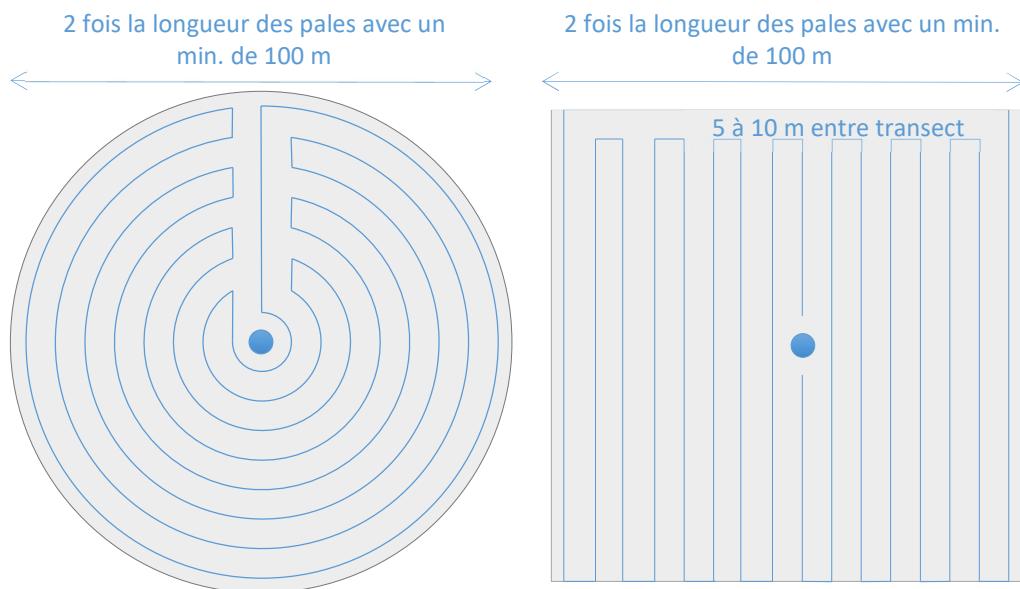


Figure 49 : Schéma de la surface-échantillon à prospector (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).

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

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

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

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

Le principe général des estimations par éolienne est le suivant :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Répartition des données du référentiel selon les années

Les 'alluviums' mettent en évidence la continuité du suivi d'un site sur des années consécutives.

Chaque année, les sites sont empilés par ordre décroissant du nombre de turbines suivies.

Les sites suivis pour la première fois sont représentés en bleu clair

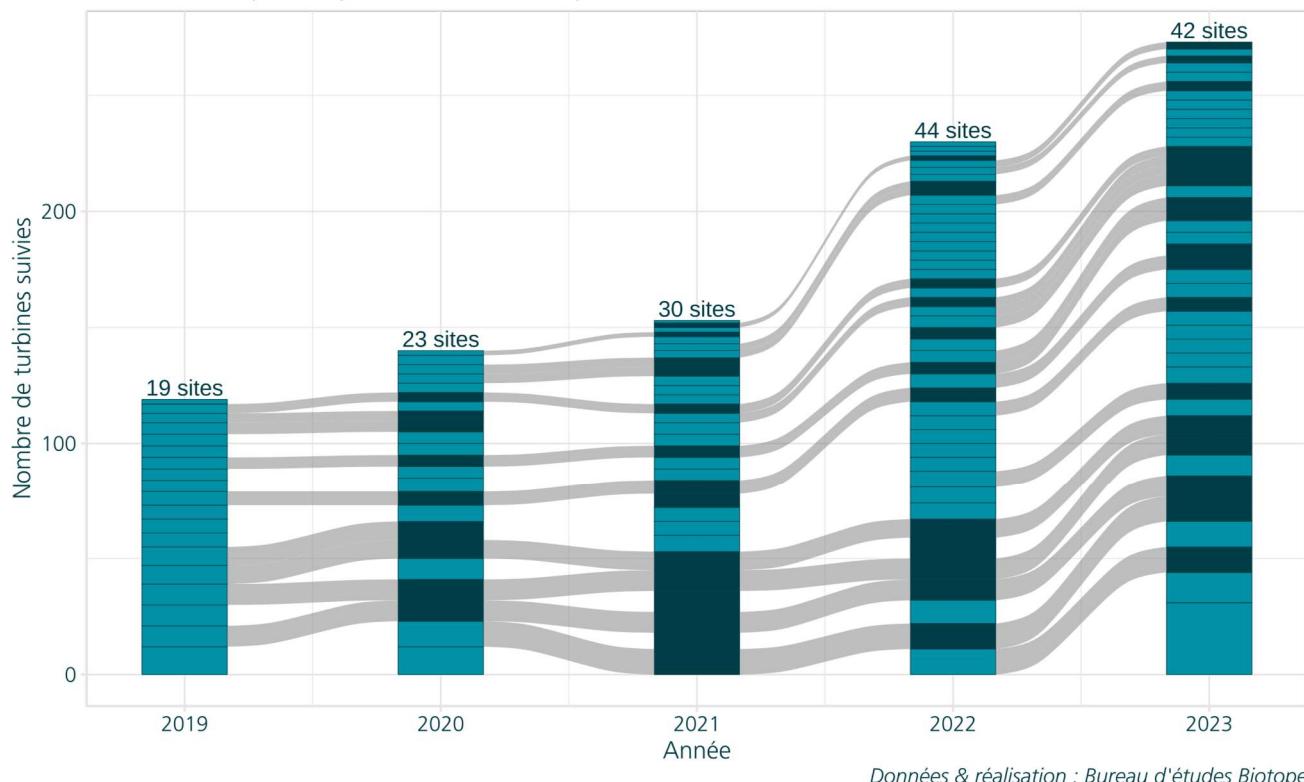


Figure 50 : Répartition des données du référentiel selon les années

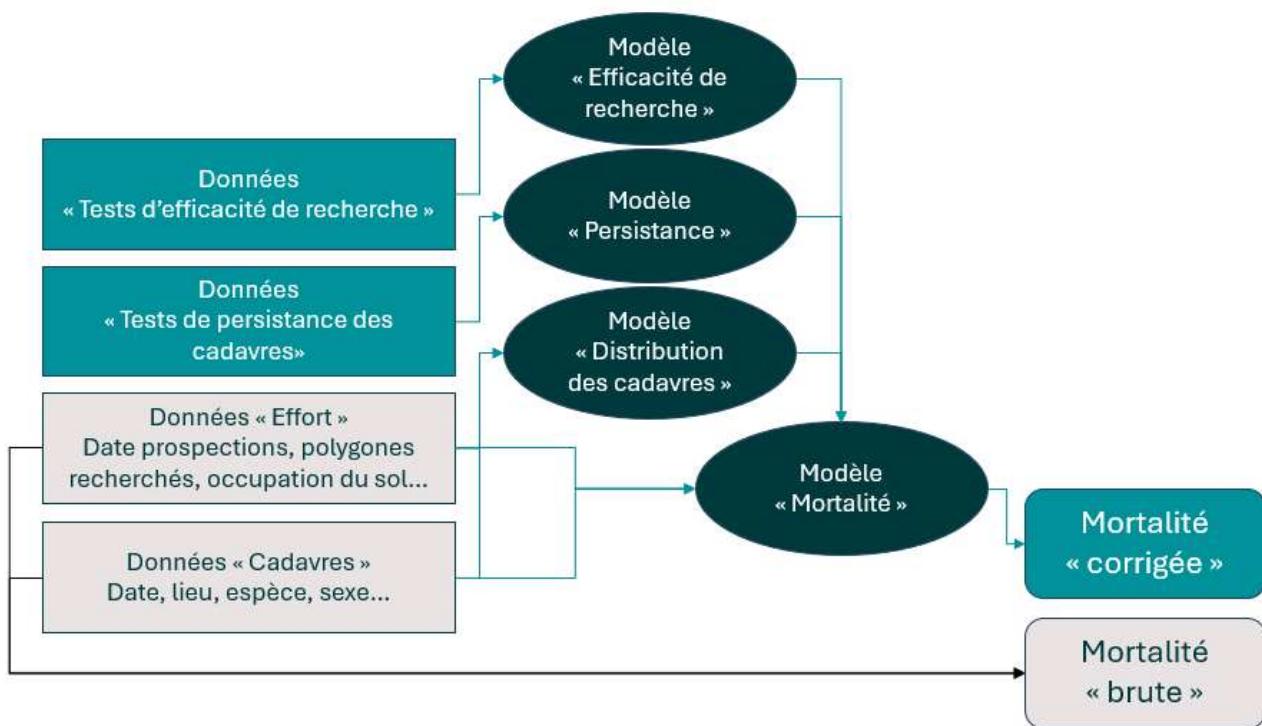


Figure 51 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalités brute et corrigée

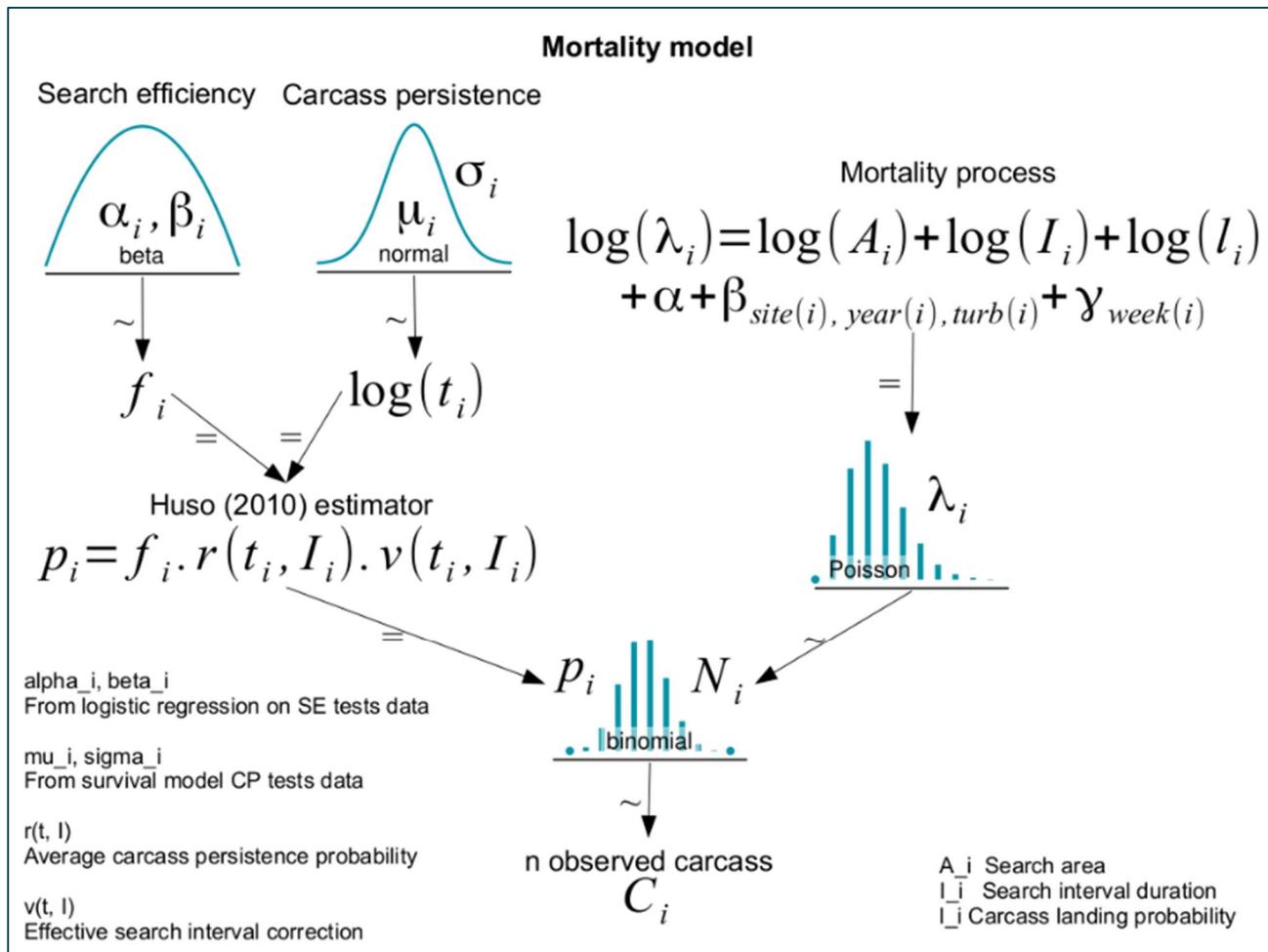


Figure 52 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée

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

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

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

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

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

6 Index des tableaux, cartes et figures

Index des tableaux

Tableau 1 : Paramétrage de l'enregistreur en hauteur	16
Tableau 2 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période	17
Tableau 3 : Identification des espèces de chiroptères	19
Tableau 4 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude	21
Tableau 5 : Prospections de terrain et informations météorologiques	26
Tableau 6 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 3 tests)	28
Tableau 7 : Équipe de travail	29
Tableau 8 : Habitats recensés lors de l'étude d'impact dans l'aire d'étude biologique	30
Tableau 9 : Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels présents dans l'aire d'étude immédiate	33
Tableau 10 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc de Neuville-aux-Bois de mai à octobre 2024	47
Tableau 11 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 91 m	48
Tableau 12 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur sur l'ensemble de la période d'enregistrement	49
Tableau 13 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période printanière	50
Tableau 14 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période estivale	51
Tableau 15 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période automnale	51
Tableau 16 : Proportions des contacts obtenus en altitude en fonction de la durée après le coucher du soleil	57
Tableau 17 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (91 m) en fonction de la vitesse du vent	59
Tableau 18 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane en fonction de la température	61
Tableau 19 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023 ; Dürr, 2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 13/11/2024) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2023 (mis à jour en 2024) 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	68
Tableau 20 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Neuville-aux-Bois	69
Tableau 21 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 13/11/2024) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2023 (mis à jour en 2024) 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	70
Tableau 22 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Neuville-aux-Bois	71
Tableau 23 : Bilan de l'occupation du sol pour les cinq 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 (24 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)	72
Tableau 24 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 24 passages	76
Tableau 25 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance à l'échelle du parc. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité	77
Tableau 26 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédis (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées selon le référentiel mortalité sont indiquées en gras	77
Tableau 27 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation	79
Tableau 28 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Neuville-aux-Bois sur la période du suivi	79
Tableau 29 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Neuville-aux-Bois sur la période du suivi	81
Tableau 30 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de oiseaux au sein du parc de Neuville-aux-Bois sur la période du suivi (partial-pooling)	82
Tableau 31 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Neuville-aux-Bois sur la période du suivi (partial-pooling)	83
Tableau 32 : Projection de la mortalité estimée par éolienne sur les quantiles de mortalité du référentiel mortalité Biotope (pour un rayon de 50m et entre les semaines 20 à 43)	85
Tableau 33 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité	88
Tableau 34 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 91 m au niveau de l'éolienne E05	91
Tableau 35 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces	92
Tableau 36 : Paramètre de bridage conventionnel pour le parc éolien de Neuville-aux-Bois	93
Tableau 37 : Comparaison d'efficacité du bridage mis en place à partir des données 2024 en minute positive	93
Tableau 38 : Proposition de bridage spécifique des éoliennes pour le parc de Neuville-aux-Bois pour 2024	95

Index des figures

Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Neuville-aux-Bois (de gauche à droite et de haut en bas, E01, E02, E03, E04 et E05)	8
Figure 2 : Localisation de l'implantation du microphone en nacelle. © Biotope	16
Figure 3 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois	17
Figure 4 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope	18
Figure 5 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude	20
Figure 6 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude	25
Figure 7 : Schéma temporel de la vitesse du vent à 91 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois, entre mai et novembre 2024	25
Figure 8 : Schéma temporel de la température à 91 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois, entre mai et novembre 2024	26
Figure 9 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	28
Figure 10 : Habitats naturels présents dans les 300 m des éoliennes	39
Figure 11 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistrée en altitude (91 m) au niveau de l'éolienne E05 de mai 2024 à novembre 2024	52
Figure 12 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistrées en altitude (91 m) au niveau de l'éolienne E05 de mai à novembre 2024	53

Figure 13 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois en 2024	53
Figure 14 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe Pipistrelle Kuhl / Nathusius, en altitude sur l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois en 2024	54
Figure 15 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe Sérotine / Noctules, en altitude sur l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois en 2024	54
Figure 16 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le Grand Murin, en altitude sur l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois en 2024	55
Figure 17 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (91 m), toutes espèces confondues, de mai à novembre 2024	55
Figure 18 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, en altitude (91 m) et toutes espèces confondues	56
Figure 19 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (91 m)	57
Figure 20 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (91 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois	58
Figure 21 : Répartition des contacts cumulés de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (91 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois	59
Figure 22 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (91 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois	60
Figure 23 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (91 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois	60
Figure 24 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (91 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Neuville-aux-Bois	61
Figure 25 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (91 m)	62
Figure 26 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 91 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris	62
Figure 27 : Météorologie enregistrée sur les capteurs, à gauche - Conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris, à droite. L'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions	63
Figure 28 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Neuville-aux-Bois	64
Figure 29 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Neuville-aux-Bois	65
Figure 30 : Nombre de cadavres découverts par éolienne	66
Figure 31 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Neuville-aux-Bois. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne	66
Figure 32 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation. Le cercle noir correspond au rayon de prospection maximale de la zone échantillonnée	67
Figure 33 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute du parc de Neuville aux Bois à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2023)	71
Figure 34 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	73
Figure 35 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04 et E05 (de gauche à droite et de haut en bas) le 17 mai 2024 (premier passage en haut) et le 11 octobre 2024 (passage 22)	74
Figure 36 : 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 ^{er} quartile, médiane en gras, 3 ^{ème} quartile, maximum)	75
Figure 37 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) à l'échelle du parc	76

Figure 38 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Neuville-aux-Bois au cours du suivi de 2024 sur 161 jours (no-pooling)	80
Figure 39 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Neuville-aux-Bois au cours du suivi de 2024 sur 161 jours (no-pooling)	81
Figure 40 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Neuville-aux-Bois au cours du suivi de 2024 sur 161 jours (partial-pooling)	82
Figure 41 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Neuville-aux-Bois au cours du suivi de 2024 sur 161 jours (partial-pooling)	83
Figure 42 : Projection de la mortalité estimée par turbine issue du parc de Neuville-aux-Bois sur la répartition empirique des estimations de mortalité du référentiel mortalité estimée de Biotope	85
Figure 43 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Neuville-aux-Bois	89
Figure 44 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E05 sur la période de réalisation du suivi mortalité	89
Figure 45 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E05 de Neuville-aux-Bois sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024	90
Figure 46 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Neuville-aux-Bois	90
Figure 47 : Eolienne E05 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelle de Kuhl / Natusius en 2024	92
Figure 48 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018	106
Figure 49 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).	106
Figure 50 : Répartition des données du référentiel selon les années	109
Figure 51 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalités brute et corrigée	110
Figure 52 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée	110

Index des cartes

Carte 1 : Localisation des aires d'étude lors de l'étude d'impact pour le projet de parc éolien de Neuville-aux-Bois	9
Carte 2 : Localisation de l'éolienne équipée d'un enregistreur SMBAT au niveau du parc éolien de Neuville-aux-Bois	15
Carte 3 : Habitats naturels présents en 2013 au niveau du parc éolien de Neuville-aux-Bois avant son installation	31
Carte 3 : Occupation du sol au niveau du parc éolien de Neuville-aux-Bois en 2024	40
Carte 4 : Occupation du sol de l'éolienne E01 du parc éolien de Neuville-aux-Bois en 2024	41
Carte 5 : Occupation du sol de l'éolienne E02 du parc éolien de Neuville-aux-Bois en 2024	42
Carte 6 : Occupation du sol de l'éolienne E03 du parc éolien de Neuville-aux-Bois en 2024	43
Carte 7 : Occupation du sol de l'éolienne E04 du parc éolien de Neuville-aux-Bois en 2024	44
Carte 8 : Occupation du sol de l'éolienne E05 du parc éolien de Neuville-aux-Bois en 2024	45



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

