



CPENR Les Champarts

Parc éolien des Champarts

Commune d'Aschères-le-Marché et Neuville-aux-Bois,
Centre-Val de Loire (45)

13 mars 2025

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



Information sur le document

Citation recommandée	Biotope, 2025 – Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères / Suivi de l'activité des chiroptères en hauteur / Suivi de l'activité des rapaces nicheurs - Parc éolien des Champarts - Commune d'Aschères-le-Marché et Neuville-aux-Bois, Centre-Val de Loire (45) - CPENR Les Champarts - 120 p.		
Nom de fichier	Champarts2024_MortaGlobal_CroiseAcoustiq_Biotope_V4.docx		
N° de contrat	2024318		
Date de démarrage de la mission	29/03/2024		
Maître d'ouvrage	CPENR Les Champarts Bât A C/o Tenergie, Arteparc de Fuveau, Plan de Fabrique 13710 Fuveau		
Interlocuteur	Quentin RIAND puis Simon GIRARD-FRESNEL <i>Responsable de Projets Exploitation (Technical Project Manager)</i>	Contact : quentin.riand@aboenergy.com	
Biotope, Responsable du projet	Franck LETERME (FLE) <i>Charge 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 – 09/01/2025	Contrôle qualité : NCA – 21/01/2025	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none">Création du document.
Versions 2 et 3	Rédacteur : FLE – 06/03/2025 puis 13/03/2025	-	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none">Prise en compte des commentaires/modifications.
Version 4	Rédacteur : FLE – 16/04/2025	-	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none">Modification des paramètres du bridage.

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 des Champarts (localisé dans le département du Loiret) a été mis en service début 2023. Il est autorisé par arrêté préfectoral datant du 31 décembre 2020. Dans ce dernier arrêté, il est stipulé :

Extrait de l'arrêté du 31 décembre 2020

Article 2.4. Mesures spécifiques liées à la préservation des enjeux environnementaux locaux (biodiversité et paysage)

2.4.1. Protection de l'avifaune et des chiroptères

Pour réduire les impacts des travaux durant la période de reproduction de l'avifaune à proximité de l'emprise du projet :

- Les travaux d'implantation ou de démantèlement des éoliennes ne peuvent débuter entre le 1^{er} avril et le 31 juillet.
- En cas d'interruption des travaux supérieure à un mois, intervenant entre les mois d'avril et de juin, les travaux ne peuvent redémarrer durant cette période qu'après vérification par un expert qualifié de l'absence de nidification d'une espèce protégée dans l'emprise des travaux et à leurs abords. Le rapport établi par l'expert est tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

Le suivi environnemental est réalisé conformément aux dispositions prévues à l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011 susvisé et aux dispositions du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres dans sa version de mars 2018. La période de réalisation du suivi couvre à minima l'ensemble de la période de bridage... .

Un bridage consistant en l'arrêt des quatre aérogénérateurs est réalisé comme suit :

- pour les éoliennes E1, E2 et E3, du 1^{er} avril au 1^{er} juin et dès la mi-juillet au 15 octobre, de 30 minutes avant le coucher du soleil à 4 heures après si la vitesse de vent est inférieure à 8,5 m/s, la température supérieure à 13°C et en cas d'absence de pluie (valeurs mesurées à hauteur de nacelle) ;
- pour l'éolienne E4, du 1^{er} avril au 15 octobre, de 30 minutes avant le coucher du soleil à 4 heures après si la vitesse de vent est inférieure à 8,5 m/s, la température supérieure à 13°C et en cas d'absence de pluie (valeurs mesurées à hauteur de nacelle).

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 figurant dans le dossier de demande d'autorisation environnementale, les modalités de bridage des éoliennes pourront être réexaminées, sur demande justifiée de l'exploitant, après analyse par l'inspection des installations classées.

La société CPENR Les Champarts a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien en 2024, pour la réalisation d'une étude des chiroptères en nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018) ainsi que pour le suivi de l'activité des rapaces nicheurs.

A noter que BIOTOPE avait déjà réalisé un suivi durant l'année 2023 (premier suivi mortalité réalisé depuis la mise en service du parc), une étude des chiroptères en nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018) ainsi que le suivi des habitats naturels et de l'activité des rapaces nicheurs. Au regard des résultats obtenus en 2023 lors du suivi mortalité et des écoutes en altitude, un impact significatif du parc sur les oiseaux et sur les chiroptères avait été retenu. Un renforcement du bridage a donc été réalisé avec pour objectif de mieux prendre en compte l'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle.

Dans le but d'évaluer la mesure de bridage, le suivi 2024 s'est déroulé entre les semaines 20 et 43, au rythme d'un passage par semaine des semaines 20 à 22 et de deux passages par semaine des semaines 23 à 43.

Le présent document présente les résultats des suivis réalisés en 2024 par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ces suivis sont multiples : estimer les taux de mortalité des chauves-souris et des oiseaux, liés à l'exploitation du parc éolien des Champarts, analyser l'activité des rapaces sur la zone et notamment identifier si des busards nichent à proximité.

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	10
1.2.1 Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	10
1.2.2 Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées	10
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	30
2 Synthèse et analyse des résultats	31
2.1 Résultat du suivi de l'activité de l'avifaune	31
2.1.1 Rappel des résultats obtenus en 2022 puis en 2023	31
2.1.2 Résultats bruts pour l'ensemble des rapaces observés en 2024	38
2.1.3 Analyse des résultats de 2024	41
2.1.4 Synthèse du suivi rapaces nicheurs en 2024	42
2.2 Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur	44
2.2.1 Espèces contactées	44
2.2.2 Abondance relative	45
2.2.3 Evaluation de l'activité en hauteur	46
2.2.4 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur	49
2.2.5 Comparaison avec les suivis de l'activité des chiroptères antérieures	54
2.2.6 Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques	56
2.2.7 Synthèse de l'activité des chiroptères en hauteur	62
2.3 Résultats du suivi de mortalité	64
2.3.1 Résultats bruts	64
2.3.2 Analyse des résultats	73
2.3.3 Comparaison avec les suivis de mortalité antérieurs	83
2.3.4 Synthèse du suivi de mortalité	87
2.4 Facteurs d'impact et mesures mises en place	89
2.4.1 Analyse croisée avec l'étude d'impact	89
2.4.2 Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères	90
2.4.3 Evaluation de l'efficacité du bridage chiroptères en fonctionnement	95
2.4.4 Suivi du comportement des oiseaux	96
3 Mesures correctives et conclusion	97
3.1 Mesures correctives	97
3.1.1 Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique	97
3.1.2 Reconduction du suivi post implantation	99
3.1.3 Suivi des busards en période de reproduction	99
3.1.4 Entretien rigoureux des plateformes	99
3.2 Conclusions	100
4 Bibliographie	103
5 Annexes	106

Annexe I : Tableau récapitulatif des observations de cadavres lors du suivi mortalité 2024	106
Annexe II : Liste des oiseaux observés lors du suivi « rapaces » (mai – juillet 2024)	107
Annexe III : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité	109
Annexe IV : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale	110
Annexe V : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques	111
Annexe VI : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%	112
Annexe VII : Détails sur la méthodologie, les résultats et les biais concernant les référentiels mortalité Biotope	113
6 Index des tableaux, cartes et figures	116

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 des Champarts se situe dans le département du Loiret (45) en région Centre Val-de-Loire. Il est localisé à environ 23 km au nord-est d'Orléans.

Le parc, mis en service en 2023, comprend 4 éoliennes de deux modèles différents : Nordex N117 3 MW de puissance unitaire (car bridées) pour les éoliennes E01 et E02 et Nordex N131 3 MW de puissance unitaire (car bridées) pour les éoliennes E03 et E04. E01 et E02 ont une hauteur de moyeu de 84 m ; E03 et E04 de 114 m. Le diamètre des rotors diffère donc ; il est de 117 m pour E01 et E02 et 131 m pour E03 et E04.

Le parc des Champarts se situe au sein d'une plaine agricole présentant de vastes étendues de cultures céréalières, oléagineuses (colza) et protéagineuses (pois, féverolle, lupin), avec également de la betterave sucrière, et de la pomme de terre.



Eolienne E01



Eolienne E02



Eolienne E03



Eolienne E04

Photographie des éoliennes du parc

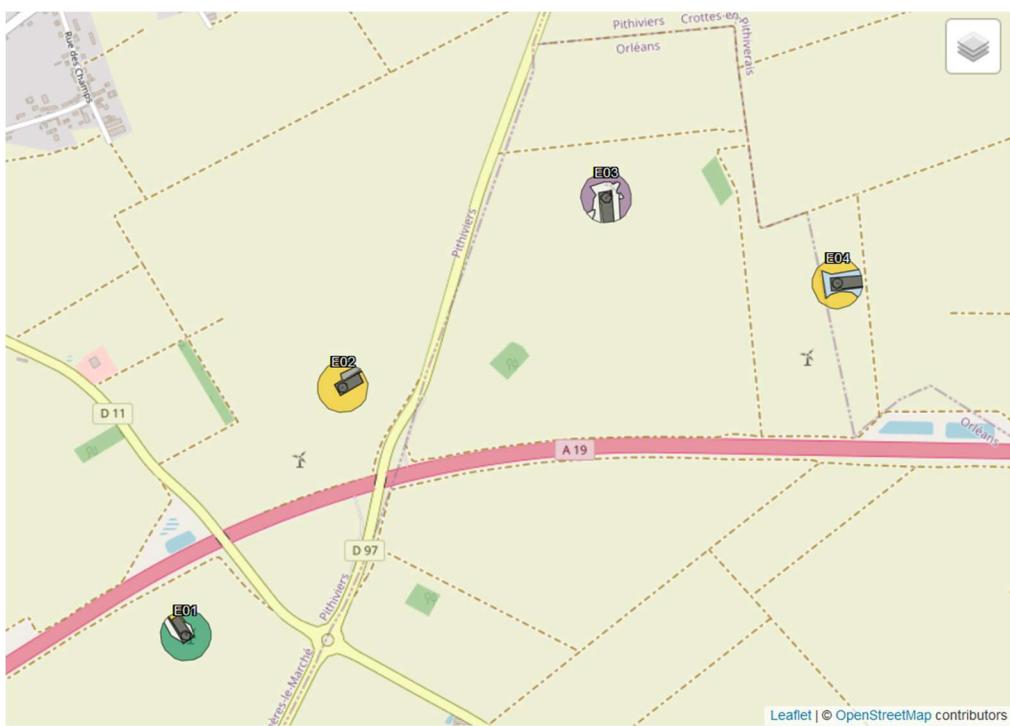


Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien des Champarts (de gauche à droite, E01, E02, E03 et E04)

1.1.2 Rappel des enjeux de l'étude d'impact

L'objectif de cette partie est de résumer et de faire ressortir les espèces à enjeux identifiées lors de l'étude d'impact du projet éolien réalisée en 2020 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

L'aire d'étude immédiate correspond au périmètre de la « ZIP + 250 m » soit 570 hectares.

Pour la partie « oiseaux », 17 missions de terrain ont été réparties de la manière suivante :

- Deux missions spécifiques pour l'avifaune hivernante ;
- Cinq missions spécifiques pour les oiseaux en migration prénuptiale ;
- Cinq missions spécifiques pour les oiseaux nicheurs, dont une nocturne ;
- Six missions spécifiques pour les oiseaux en migration postnuptiale.

Notons que les sorties relatives aux chiroptères ont permis l'observation d'oiseaux crépusculaires et nocturnes, notamment au printemps et en été. Elles ne sont pas considérées toutefois comme des sorties spécifiques pour les oiseaux. Ces missions ont été programmées de manière à avoir un recensement de l'avifaune représentatif sur un cycle biologique complet et ainsi de conforter les enjeux avifaunistiques identifiés à partir de l'analyse bibliographique. Les missions ont été réalisées dans de bonnes conditions météorologiques répondant, en fonction des périodes, aux objectifs recherchés.

Pour l'étude des chauves-souris, le protocole d'étude prévoyait des investigations de terrain lors des migrations et durant la période d'activité estivale des chauves-souris, ainsi que des enregistrements en altitude :

- Deux visites sur site à la recherche de gîtes arboricoles et de gîtes dans le patrimoine bâti du secteur le 7 mars 2019 et le 27 juin 2019 ;
- 14 passages nocturnes avec enregistrements automatiques et écoutes des écholocations des chauves-souris ;
- Mise en place sur toute la saison 2019 à partir du 6 mars 2019 et jusqu'à fin octobre 2019, d'un enregistreur long terme sur le mât de mesures physiques, avec deux micros, l'un à 10 m, l'autre à 80 m.

Ce protocole, mis en place permet d'obtenir des résultats pertinents sur l'activité chiroptérologique de l'aire d'étude immédiate sur la totalité de la période d'activité des chiroptères.

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

65 espèces d'oiseaux ont été recensées au total lors des inventaires entre le 12 décembre 2018 et le 24 juillet 2019. 24 espèces sont considérées comme patrimoniales et, à ce titre, sont susceptibles de présenter un enjeu pour le projet.

Durant la période de nidification, les inventaires ont fait ressortir une diversité spécifique moyenne dans l'aire d'étude immédiate (44 espèces). 20 espèces à enjeu ont été observées :

- 3 à enjeu modéré : Busard Saint-Martin, Cochevis huppé et Linotte mélodieuse ;
- 12 à enjeu faible : Alouette des champs, Bruant proyer, Busard des roseaux, Chardonneret élégant, Effraie des clochers, Faucon crécerelle, Goéland leucophée, Milan noir, Mouette mélancolique, Mouette rieuse, Oedicnème criard et Perdrix grise ;
- 5 à enjeu très faible : Buse variable, Hirondelle rustique, Martinet noir, Tarier pâtre et Tourterelle des bois.

Cependant, seulement 7 sont considérées comme nicheuses : le Busard Saint-Martin, le Bruant proyer, le Cochevis huppé, l'Alouette des champs, le Chardonneret élégant, la Linotte mélodieuse et la Perdrix grise. A noter que « le cortège des milieux agricoles est assez diversifié, mais cette diversité se concentre sur les dépendances de l'autoroute A19 dont les espaces herbacés et arbustifs sont très favorables à l'avifaune. Les bosquets abritent également des espèces ubiquistes très communes. En comparaison, dans les espaces de pleine culture, le cortège est très réduit. »

Durant la période prénuptiale, 49 espèces d'oiseaux ont été inventoriées. Les caractéristiques de l'aire d'étude immédiate sont décrites comme ayant « une diversité spécifique de migrants relativement importantes (20 espèces) mais des effectifs très faibles de passereaux en migration. La présence des bassins de l'A19 permet le stationnement d'oiseaux d'eau ». Il y a également « une absence de couloir de migration privilégié dans l'aire d'étude immédiate ». Et pour finir, « trois espèces de rapaces en alimentation dans l'aire d'étude (Busard Saint-Martin, Buse variable et Faucon crécerelle) » sont observées. Au total, à cette période de l'année, 14 espèces à enjeu ont été observées :

- 1 à enjeu modéré : Busard Saint-Martin ;
- 13 à enjeu faible : Aigle botté, Busard cendré, Bruant des roseaux, Buse variable, Échasse blanche, Faucon crécerelle, Faucon émerillon, Grue cendrée, Héron cendré, Mouette mélancolique, Mouette rieuse, Pluvier doré et Tadorne de Belon.

Durant la période postnuptiale, 57 espèces d'oiseaux ont été inventoriées. Les caractéristiques de l'aire d'étude immédiate sont décrites comme ayant « une diversité spécifique de migrants importante (57 espèces) mais des effectifs très faibles ». « Le passage très ponctuel de rapaces migrants : Aigle botté, Milan royal, Buse variable, Faucon crécerelle, Faucon émerillon, Epervier d'Europe » est à signaler. On notera également « l'absence de couloir de migration privilégié dans l'aire d'étude immédiate ». Pour finir, « trois espèces de rapaces sédentaires sont présents sur la zone durant toute la période (Busard Saint-Martin, Buse variable, Faucon crécerelle) ; le Busard cendré et le Busard des roseaux sont observés plus ponctuellement jusqu'au mois de septembre ». Au total, à cette période de l'année, 12 espèces à enjeu ont été observées :

- 1 à enjeu modéré : Busard Saint-Martin ;
- 11 à enjeu faible : Aigle botté, Busard cendré, Bruant des roseaux, Buse variable, Épervier d'Europe, Faucon crécerelle, Faucon émerillon, Héron cendré, Milan royal, Oedicnème criard et Pluvier doré.

Durant la période d'hivernage, 5 espèces à enjeu ont été relevées (enjeu modéré : Busard Saint-Martin ; enjeu faible : Buse variable, Faucon crécerelle, Faucon émerillon et Pluvier doré). La zone constitue une grande zone de stationnement pour le Pluvier doré et est également une zone d'alimentation pour trois espèces de rapaces, le Busard Saint-Martin, le Faucon crécerelle et le Faucon émerillon.

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

13 espèces de chauves-souris ont été identifiées lors des prospections (écoutes au sol et au niveau du mât de mesure). 4 espèces présentent un enjeu évalué à fort : la Pipistrelle commune, la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius. 3 espèces présentent un enjeu modéré (la Pipistrelle de Kuhl, la Sérotine commune et le Grand Murin). Les autres espèces contactées présentent un enjeu faible à très faible (Murin de Bechstein, Murin de Daubenton, Oreillard gris, Barbastelle d'Europe, Murin à moustaches et Murin de Natterer).

L'établissement de la synthèse de l'activité chiroptérologique à la suite des inventaires menés entre mars et octobre 2019, sur un cycle biologique, permet de distinguer trois éléments relatifs à la fonctionnalité chiroptérologique de l'aire d'étude immédiate et de ses abords :

- « Des zones d'alimentation correspondant aux différentes zones bâties (bourg d'Aschères-le-Marché), aux zones boisées de la ZIP ainsi qu'au long des bassins autoroutiers. Les possibilités d'alimentation sont faibles au niveau des cultures ».
- « Des axes de déplacement identifiés directement, lors des prospections ou à l'aide des écoutes en parcours notamment, en provenance et à destination de ces zones bâties et boisées ; les chemins agricoles de la zone d'implantation potentielle sont également utilisés. Un axe d'importance pour le déplacement des chiroptères est identifié entre le bourg d'Aschères-le-Marché par le sentier Gaillard et/ou par la RD11 en direction de la ZIP. Cet axe a déjà été identifié en 2014-2015 lors de l'étude pour le parc des Breuils (parc localisé en continuité du parc des Champarts sur sa partie ouest). De plus, l'ouvrage supérieur de l'A19 situé au Sud-Ouest de la ZIP est utilisé par les chauves-souris comme axe de déplacement ».

- « La migration diffuse (non cartographiée) de la Noctule de Leisler, de la Pipistrelle de Nathusius et de la Sérotine commune au printemps et en automne au droit du mat de mesure ».

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 4, Figure 50). 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 51). 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

L'arrêté préfectoral d'autorisation du parc éolien des Champarts du 31 décembre 2020 stipulant que « la période de réalisation du suivi couvre *a minima* l'ensemble de la période de bridage », sachant que celui-ci, depuis sa modification à la suite des résultats des suivis de 2023, débute pour l'ensemble des éoliennes du parc à partir du 1^{er} juin (semaine 22), le suivi réalisé en 2024 a donc débuté plus tôt que la semaine 22 à savoir la semaine 20.

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 des Champarts. 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 prédatation/décomposition, activités agricoles du travail du sol) qui requièrent la définition de coefficients correcteurs à différentes périodes de l'année, sous peine de rendre potentiellement inexploitables les données issues du suivi de mortalité.

Dans le cadre de ce travail et conformément aux directives du protocole national, nous réaliserons les différentes analyses permettant d'estimer indépendamment la mortalité pour les chiroptères et les oiseaux, suivant les formules de : **Erickson et al., 2000 / Huso, 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 5.**

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 leur déployé (mammifères et/ou oiseaux), de la période du test et de l'éolienne. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par AIC (détails en annexe 5). Le modèle sélectionné permet d'estimer les paramètres recherchés avec leurs incertitudes (intervalles de confiance à 95%) et prédites en fonction des facteurs retenus.

- Évaluation du coefficient moyen d'efficacité de recherche

Comme pour le coefficient de 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-Nievergelt (2011). Connaissant le nombre de cadavres trouvés ainsi que la probabilité globale de les détecter (c'est-à-dire les chances réelles de trouver un cadavre selon les différentes méthodes d'estimation), cette méthode permet de déterminer *a posteriori* l'intervalle de confiance à 95% associé.

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

Plus d'informations concernant les coefficients correcteurs ainsi que les méthodes statistiques utilisées sont disponibles en **annexe 5**.

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 65 m autour de chaque éolienne : 14 cercles éloignés de 5 m les uns des autres, en partant du plus éloigné du mât de l'éolienne (65 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 65 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, 14 cercles de diamètre variable ont été parcourus ainsi qu'un tour au pied de l'éolienne.

Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir 3 048 m de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.

1.2.2.2.2 Données collectées

Le technicien utilise un outil QGIS sur sa tablette Android de terrain pour renseigner à chaque passage l'occupation du sol et les modalités de prospection à la parcelle. Chaque découverte de cadavre est enregistrée par le biais d'un formulaire standard renseigné dans une couche shapefile géolocalisée et tel que défini par le protocole national (2018) grâce à l'outil QGIS embarqué sur tablette. Les photos des cadavres produites par tablette sont associées à chaque enregistrement ainsi 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 Étude de l'activité de l'avifaune

Dans le but de mieux comprendre l'activité des rapaces au niveau du parc éolien des Champarts à la suite de sa mise en service en 2023, un suivi visuel des rapaces en période de nidification, notamment des busards, a été réalisé entre mai et début juillet 2024.

L'objectif de cette étude est multiple :

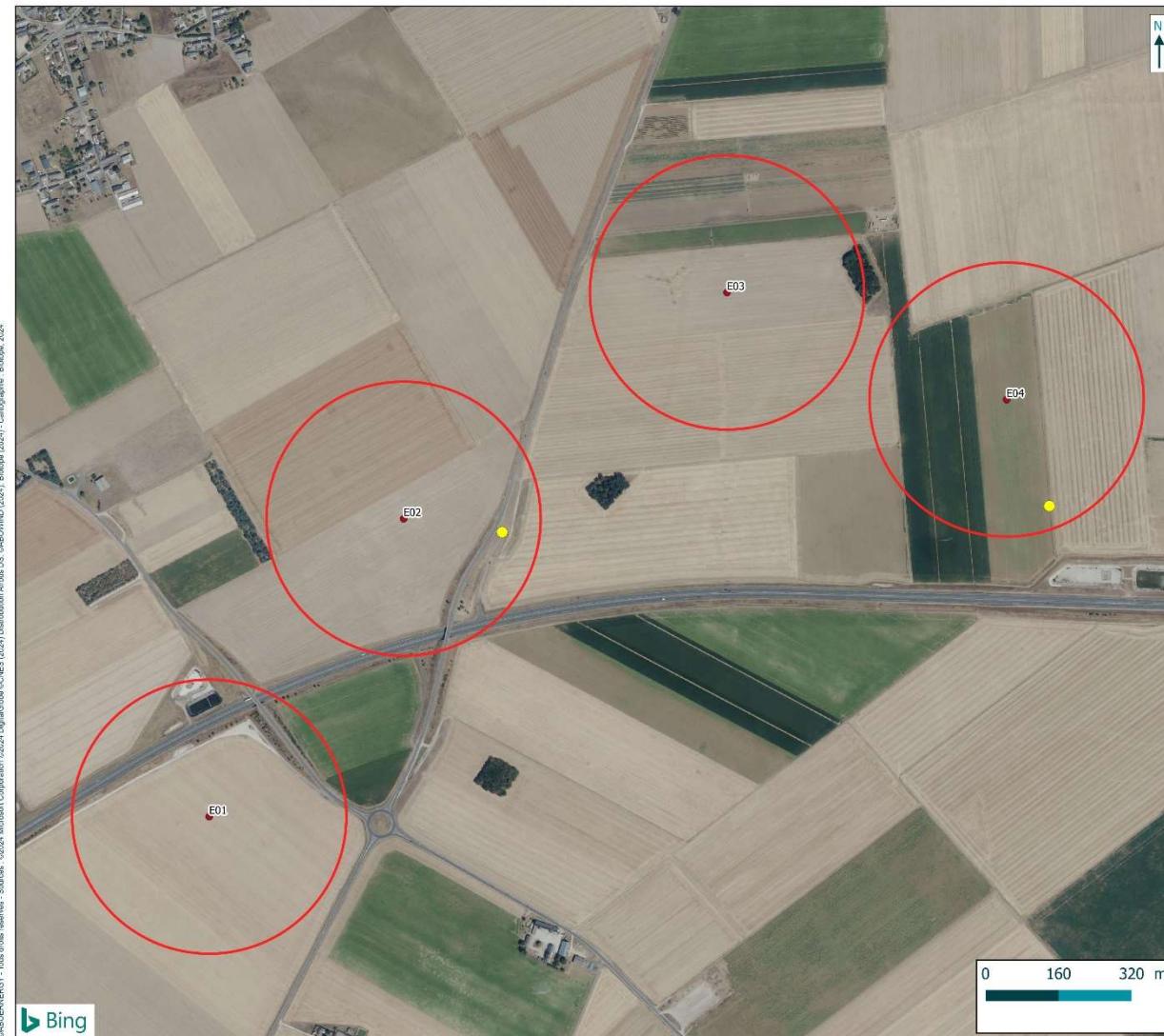
- Définir les territoires occupés par les rapaces diurnes dont les busards ;
- Évaluer l'activité des oiseaux en période de nidification vis-à-vis du parc et si des nidifications de busards sont possibles dans un rayon de 300 m autour du parc ;
- Étudier les comportements et déterminer s'il y a un risque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

Ainsi, pour ce suivi, le protocole utilisé consistait en deux points fixes d'une heure et demie chacun placés de façon à avoir une vue d'ensemble du site. Les rapaces pouvant avoir des périodes de vol différentes en fonction des espèces, l'ordre des points variait d'un passage à l'autre.

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

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

Le suivi de l'activité des rapaces au niveau du parc éolien des Champarts a été réalisé sur une zone tampon de 300 m autour du parc en activité.



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

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

1.2.2.5 Étude de l'activité des chiroptères en altitude

1.2.2.5.1. Localisation des dispositifs d'écoute

En 2024, comme en 2023, le dispositif d'acquisition des données chiroptérologiques a été installé sur l'éolienne E03 du parc éolien des Champarts.



Carte 2 : Localisation de l'éolienne équipée d'un enregistreur SMBAT au niveau du parc éolien des Champarts

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 différent paramètre de déclenchement (cf. Tableau 1).

En 2024, le microphone a été installé sur l'éolienne E03, en nacelle, à 114 m de hauteur.

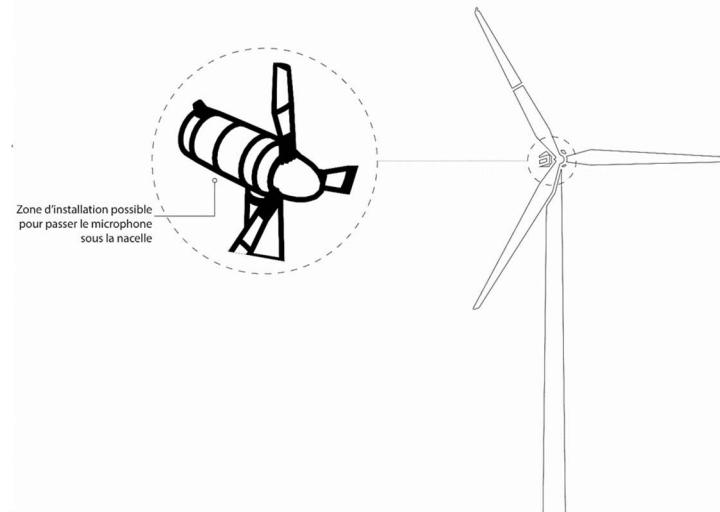


Figure 2 : Localisation de l'implantation du microphone en nacelle. © Biotope

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.

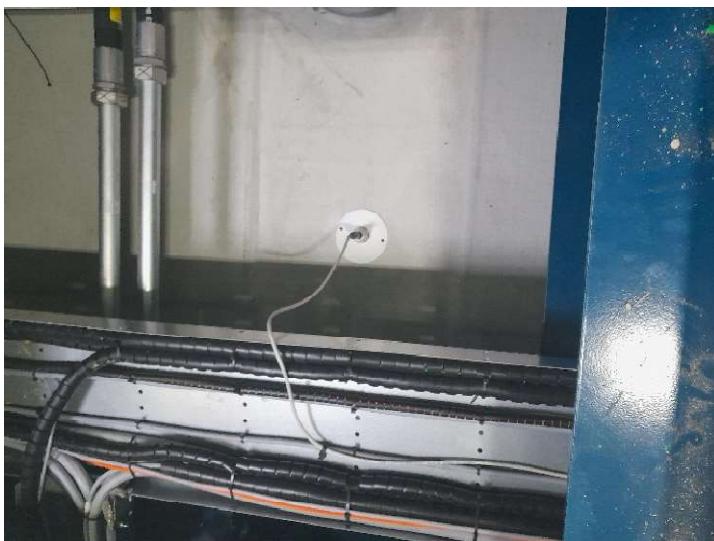


Photo microphone



Photo enregistreur dans l'éolienne

Microphone et enregistreur SM4Bat installé en nacelle E03 du parc éolien des Champarts

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
Juin 2024	30
Juillet 2024	31
Août 2024	31
Septembre 2024	30
Octobre 2024	31
Novembre 2024	3
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 E03. 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.

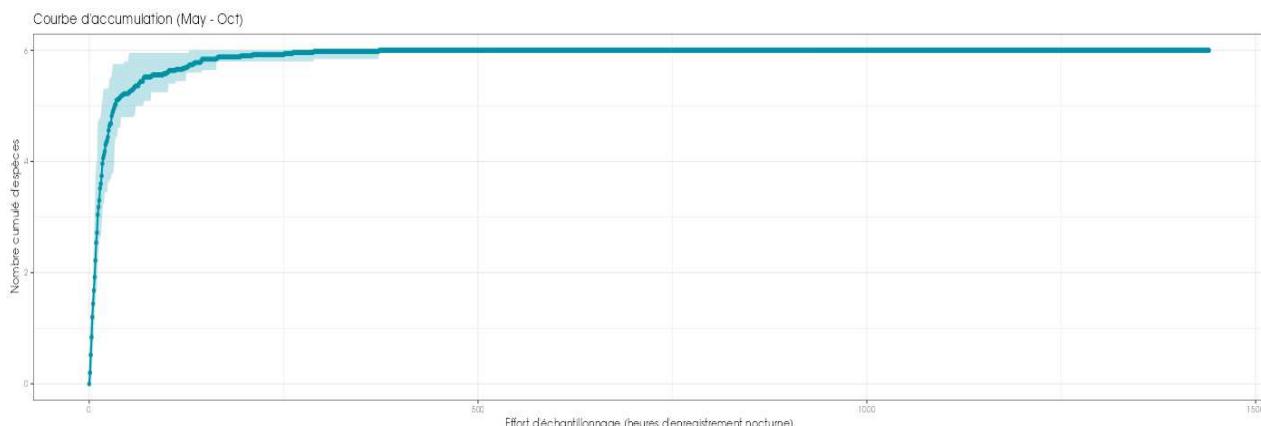


Figure 3 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne E03 du parc des Champarts

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.

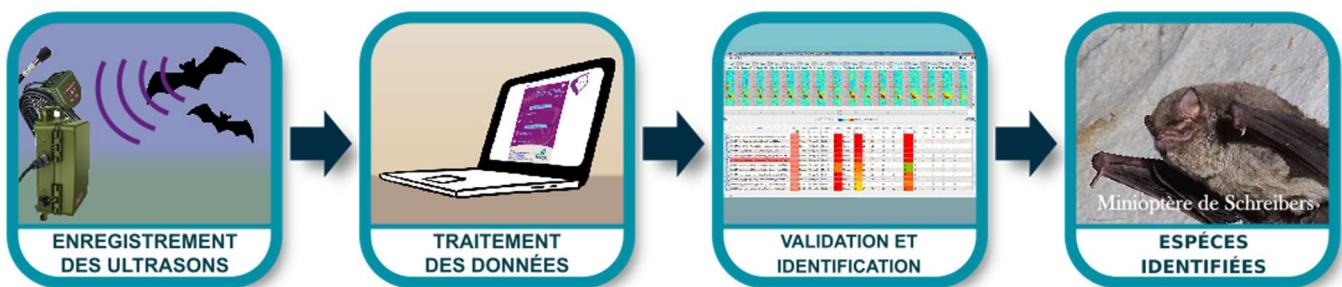


Figure 4 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope

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

Le programme SonoChiro® inclut :

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

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

1.2.2.5.5. Validation et identification des espèces par un chiroptérologue

Les identifications faites par SonoNat© sont ensuite analysées et contrôlées visuellement (SonoView©) et auditivement (BatSound©, Syinx). 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	
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	
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	Sérotine bicolore	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi	
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	
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 Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>		
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>		Groupe des oreillards
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrobularis</i>		
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	

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

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

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

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

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

1.2.2.5.6.2. 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.

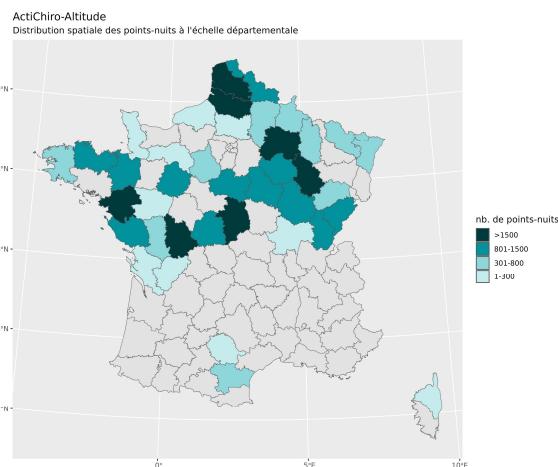


Figure 5 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude

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 145 km autour du centroïde des points d'écoute réalisés dans le cadre de cette étude.
Sélection de l'altitude du référentiel	Hauteur des points d'écoute de 60 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	+/- 15 jours par rapport à la période d'enregistrement
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 145 km autour du centroïde des points d'écoute réalisés dans le cadre de cette étude.
Sélection de l'altitude du référentiel	Hauteur des points d'écoute de 60 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	Du 1 ^{er} 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 145 km autour du centroïde des points d'écoute réalisés dans le cadre de cette étude.
Sélection de l'altitude du référentiel	Hauteur des points d'écoute de 60 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	Du 1 ^{er} juin au 31 juillet
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude
Sélection temporelle du référentiel	

Pour le suivi sur la période de migration automnale et de swarming	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 145 km autour du centroïde des points d'écoute réalisés dans le cadre de cette étude.
Sélection de l'altitude du référentiel	Hauteur des points d'écoute de 60 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	Du 1 ^{er} août au 31 octobre
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 (1^{ère} 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 (2^{ème} 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.

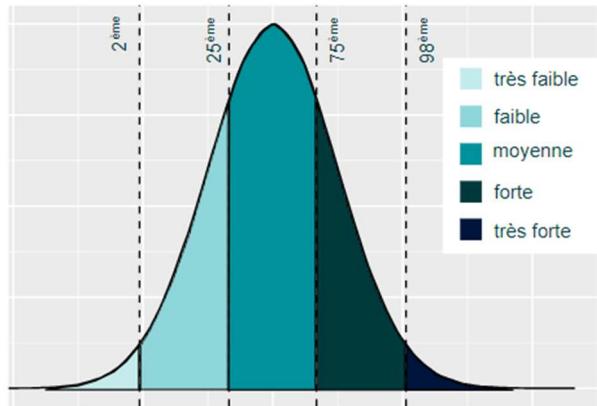


Figure 6 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude

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 E03 du parc éolien des Champarts. La vitesse de vent et la température sont mesurées à 114 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.

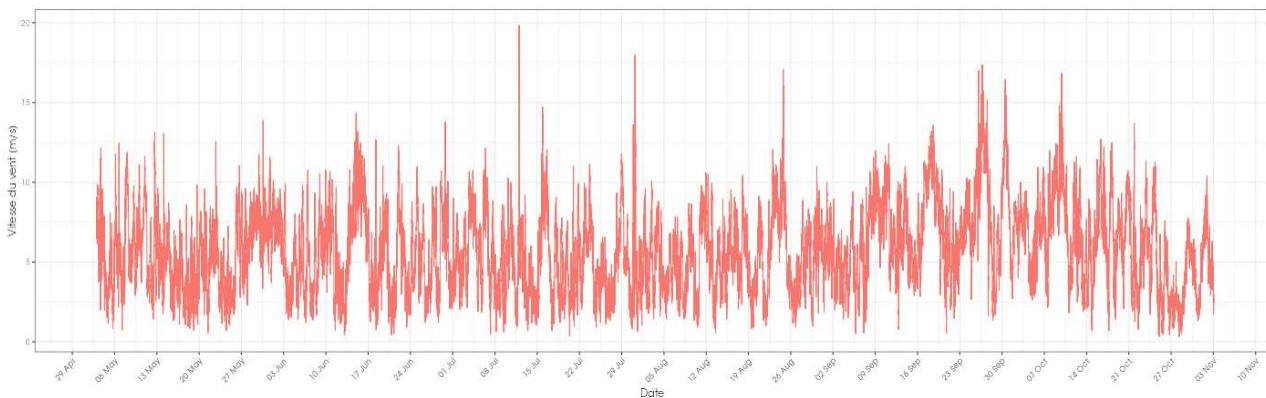


Figure 7 : Schéma temporel de la vitesse du vent à 114 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le 29 Avril 2024 au 10 Novembre 2024

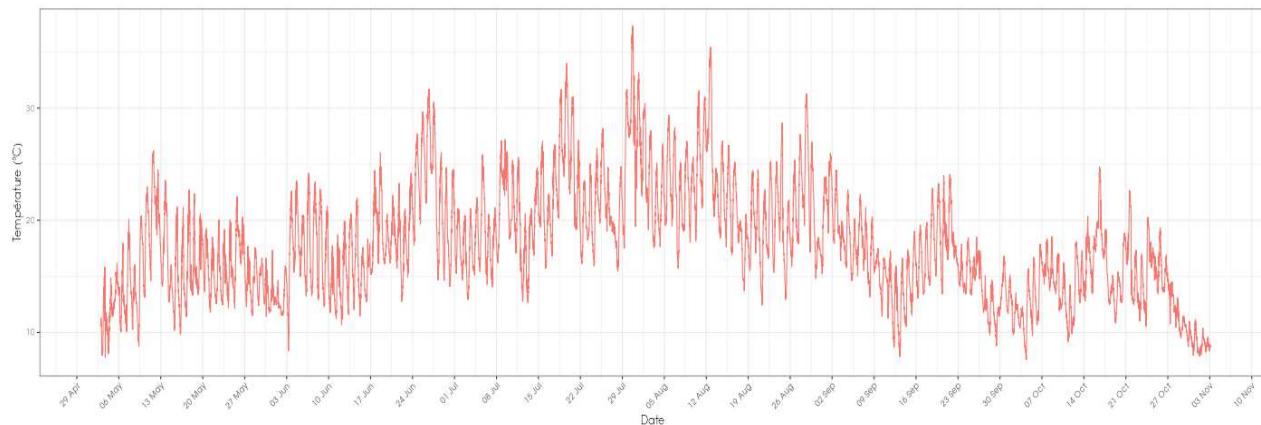


Figure 8 : Schéma temporel de la température à 114 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le l'éolienne E03 du parc des Champarts, entre mai et novembre 2024

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 114 m ainsi que l'heure relative du contact (temps écoulé après l'heure du coucher du soleil, celui-ci variant au cours des mois).

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

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

1.2.3.1 Prospections de terrain

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

Ainsi, pour le suivi mortalité, 45 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine du 13 mai au 27 mai 2024 puis deux passages par semaine du 3 juin au 25 octobre 2024. Enfin, 8 passages ont été réalisés pour étudier l'activité des rapaces nicheurs entre le 4 mai 2024 et le 2 juillet 2024.

Tableau 5 : Prospections de terrain et informations météorologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Suivi de mortalité (45 passages)		
1	13/05/2024	Nébulosité : 86%. Température : 18,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 13,3 km/h. Direction du vent : SO
2	20/05/2024	Nébulosité : 100%. Température : 15,8 °C. Pluie : 0,2 mm/h. Vitesse du vent : 11,1 km/h. Direction du vent : NE
3	27/05/2024	Nébulosité : 95%. Température : 14,7 °C. Pluie : 0,05 mm/h. Vitesse du vent : 17,1 km/h. Direction du vent : SO
4	03/06/2024	Nébulosité : 96%. Température : 15,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 11,4 km/h. Direction du vent : N
5	07/06/2024	Nébulosité : 0%. Température : 17,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 4,9 km/h. Direction du vent : N
6	10/06/2024	Nébulosité : 98%. Température : 14,6 °C. Pluie : 0,09 mm/h. Vitesse du vent : 18,9 km/h. Direction du vent : O
7	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
8	17/06/2024	Nébulosité : 92%. Température : 19,9 °C. Pluie : 0,08 mm/h. Vitesse du vent : 8,5 km/h. Direction du vent : S
9	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

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
10	24/06/2024	Nébulosité : 75%. Température : 22,3 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 12,9 km/h. Direction du vent : N
11	28/06/2024	Nébulosité : 94%. Température : 19,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 9 km/h. Direction du vent : N
12	01/07/2024	Nébulosité : 93%. Température : 18,7 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14,2 km/h. Direction du vent : NO
13	05/07/2024	Nébulosité : 94%. Température : 20,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14,2 km/h. Direction du vent : SO
14	08/07/2024	Nébulosité : 98%. Température : 21 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 7,3 km/h. Direction du vent : SE
15	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
16	15/07/2024	Nébulosité : 89%. Température : 23,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 27 km/h. Direction du vent : E
17	19/07/2024	Nébulosité : 81%. Température : 28,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 5,5 km/h. Direction du vent : E
18	22/07/2024	Nébulosité : 99%. Température : 20,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14,7 km/h. Direction du vent : O
19	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
20	29/07/2024	Nébulosité : 81%. Température : 25,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 13,5 km/h. Direction du vent : E
21	02/08/2024	Nébulosité : 91%. Température : 24,2 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 6,7 km/h. Direction du vent : NO
22	05/08/2024	Nébulosité : 0%. Température : 24,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 5 km/h. Direction du vent : NE
23	09/08/2024	Nébulosité : 97%. Température : 23 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 17,8 km/h. Direction du vent : O
24	12/08/2024	Nébulosité : 94%. Température : 30,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 16,4 km/h. Direction du vent : S
25	16/08/2024	Nébulosité : 97%. Température : 22,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 15,5 km/h. Direction du vent : SO
26	19/08/2024	Nébulosité : 88%. Température : 18,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 2,4 km/h. Direction du vent : N
27	23/08/2024	Nébulosité : 94%. Température : 22 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 30,6 km/h. Direction du vent : SO
28	26/08/2024	Nébulosité : 0%. Température : 20,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 8,5 km/h. Direction du vent : SO
29	30/08/2024	Nébulosité : 100%. Température : 17,3 °C. Pluie : 1,19 mm/h. Vitesse du vent : 18 km/h. Direction du vent : N
30	02/09/2024	Nébulosité : 91%. Température : 21,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14 km/h. Direction du vent : SO
31	06/09/2024	Nébulosité : 100%. Température : 19,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 17,5 km/h. Direction du vent : E
32	09/09/2024	Nébulosité : 100%. Température : 16,5 °C. Pluie : 0,06 mm/h. Vitesse du vent : 23,8 km/h. Direction du vent : O
33	13/09/2024	Nébulosité : 93%. Température : 13,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 17,5 km/h. Direction du vent : N
34	16/09/2024	Nébulosité : 90%. Température : 16,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 18,7 km/h. Direction du vent : N
35	20/09/2024	Nébulosité : 93%. Température : 19 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 10,9 km/h. Direction du vent : E
36	23/09/2024	Nébulosité : 98%. Température : 15,5 °C. Pluie : 0,36 mm/h. Vitesse du vent : 17,5 km/h. Direction du vent : SO
37	27/09/2024	Nébulosité : 92%. Température : 13,2 °C. Pluie : 0,42 mm/h. Vitesse du vent : 34 km/h. Direction du vent : SO
38	30/09/2024	Nébulosité : 99%. Température : 16,2 °C. Pluie : 0,03 mm/h. Vitesse du vent : 36,8 km/h. Direction du vent : SO
39	04/10/2024	Nébulosité : 0%. Température : 11,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 12,5 km/h. Direction du vent : N
40	07/10/2024	Nébulosité : 99%. Température : 15,8 °C. Pluie : 1,25 mm/h. Vitesse du vent : 13,4 km/h. Direction du vent : S
41	11/10/2024	Nébulosité : 91%. Température : 12,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 12,5 km/h. Direction du vent : E

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
42	14/10/2024	Nébulosité : 85%. Température : 17,7 °C. Pluie : 0,02 mm/h. Vitesse du vent : 7,7 km/h. Direction du vent : S
43	18/10/2024	Nébulosité : 100%. Température : 14 °C. Pluie : 0,02 mm/h. Vitesse du vent : 14,3 km/h. Direction du vent : N
44	21/10/2024	Nébulosité : 94%. Température : 19,5 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 11,9 km/h. Direction du vent : S
45	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 prédation (4 tests)		
Test 1	05/06/2023	Dépôt de 20 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	21/08/2023	Dépôt de 20 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 3	20/05/2024	Dépôt de 20 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 4	05/08/2024	Dépôt de 20 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Tests d'efficacité de recherche (4 tests)		
Test 1	25/05/2023	Dépôt de 75 leurres
Test 2	24/08/2023	Dépôt de 90 leurres
Test 3	27/05/2024	Dépôt de 60 leurres
Test 4	29/07/2024	Dépôt de 45 leurres
Suivi de l'activité de l'Avifaune		
1	04/05/2024	Nébulosité : 90 %. Température : 10°C. Pluie : 1,2 mm/h. Vitesse du vent : 15 km/h. Direction du vent : NNW
2	16/05/2024	Nébulosité : 85 %. Température : 10°C. Pluie : 0,0 mm/h. Vitesse du vent : 15 km/h. Direction du vent : E
3	24/05/2024	Nébulosité : 75 %. Température : 10°C. Pluie : 0,0 mm/h. Vitesse du vent : 11 km/h. Direction du vent : SW
4	31/05/2024	Nébulosité : 85 %. Température : 12,5°C. Pluie : 0,0 mm/h. Vitesse du vent : 26 km/h. Direction du vent : SW
5	07/06/2024	Nébulosité : 0 %. Température : 16°C. Pluie : 0,0 mm/h. Vitesse du vent : 7 km/h. Direction du vent : S
6	14/06/2024	Nébulosité : 75 %. Température : 17,5°C. Pluie : 0,0 mm/h. Vitesse du vent : 25 km/h. Direction du vent : NNE
7	26/06/2024	Nébulosité : 15 %. Température : 22,5°C. Pluie : 0,0 mm/h. Vitesse du vent : 0 km/h. Direction du vent : -
8	02/07/2024	Nébulosité : 85 %. Température : 12,5°C. Pluie : 0,0 mm/h. Vitesse du vent : 12 km/h. Direction du vent : E
Suivi de l'activité des chiroptères		
-	Du 02/05 au 04/11/2024	Enregistrements en continu depuis l'éolienne E03, avec un microphone placé au niveau de la nacelle à 114 m de hauteur, du 2 mai au 4 novembre 2024, soit pendant 6 mois.

1.2.3.1 Réalisation des tests de prédation

Les 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, 20 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 65 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 45 à 90 leurres disposés par test sur les années 2023 et 2024, 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 chaqueurre 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 4 tests)

	E01	E02	E03	E04	Parc ensemble
Occupations du sol					
Champ sol nu	0	30	0	0	30
Chaume	15	0	0	15	30
Déchaume	15	15	0	0	30
Friche	0	0	18	42	60
Légumineuses	0	0	15	0	15
Plateforme	20	6	21	13	60
Semis	15	15	15	0	45
Hauteurs de végétation (cm)					
0	20	36	36	13	105
5	15	30	15	15	75
10	15	0	0	15	30
15	15	0	0	15	30
20	0	0	3	12	15

	E01	E02	E03	E04	Parc ensemble
30	0	0	15	0	15
Dates de tests					
25/05/2023	18	16	23	18	75
24/08/2023	21	30	8	31	90
27/05/2024	5	19	18	18	60
29/07/2024	21	1	20	3	45
Total	65	66	69	70	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). Cette année de suivis, deux passages par semaines ont été réalisé sur une certaine période à l'échelle du parc, de ce fait un autre observateur est également intervenue sur cette période.

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 quatre tests réalisés, ce sont 7 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 6 hauteurs différentes de végétation.

1.2.4 Équipe de travail

Une équipe pluridisciplinaire a été constituée dans le cadre de cette étude (Tableau 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 de l'avifaune et rédaction de cette partie de l'étude	Julien BARGE	Expert fauniste pluridisciplinaire BTS Gestion et protection de la nature – 4 ans d'expérience
Expertise des chiroptères à hauteur de nacelle et rédaction cette partie de l'étude	Pierre DELESSARD	Expert chiroptérologue Master 2 « Toxicologie de l'environnement » – 5 ans d'expérience
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères et rédaction (22 sessions)	Vincent RENARDIER	Technicien suivi mortalité BTS Gestion et protection de la nature – 4 ans d'expérience
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (17 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 (6 sessions)	Emma HOUDIARD	Technicienne suivi mortalité Master 2 « biologie écologie et évolution », option « écologie comportementale et évolution » – 1 an d'expérience
Contrôle Qualité	Nicolas CARENTON	Chef de projet biostatistiques Master « Ecologie et Eco-Ingénierie des Zones Humides » – 3 ans d'expérience

2 Synthèse et analyse des résultats

2.1 Résultat du suivi de l'activité de l'avifaune

2.1.1 Rappel des résultats obtenus en 2022 puis en 2023

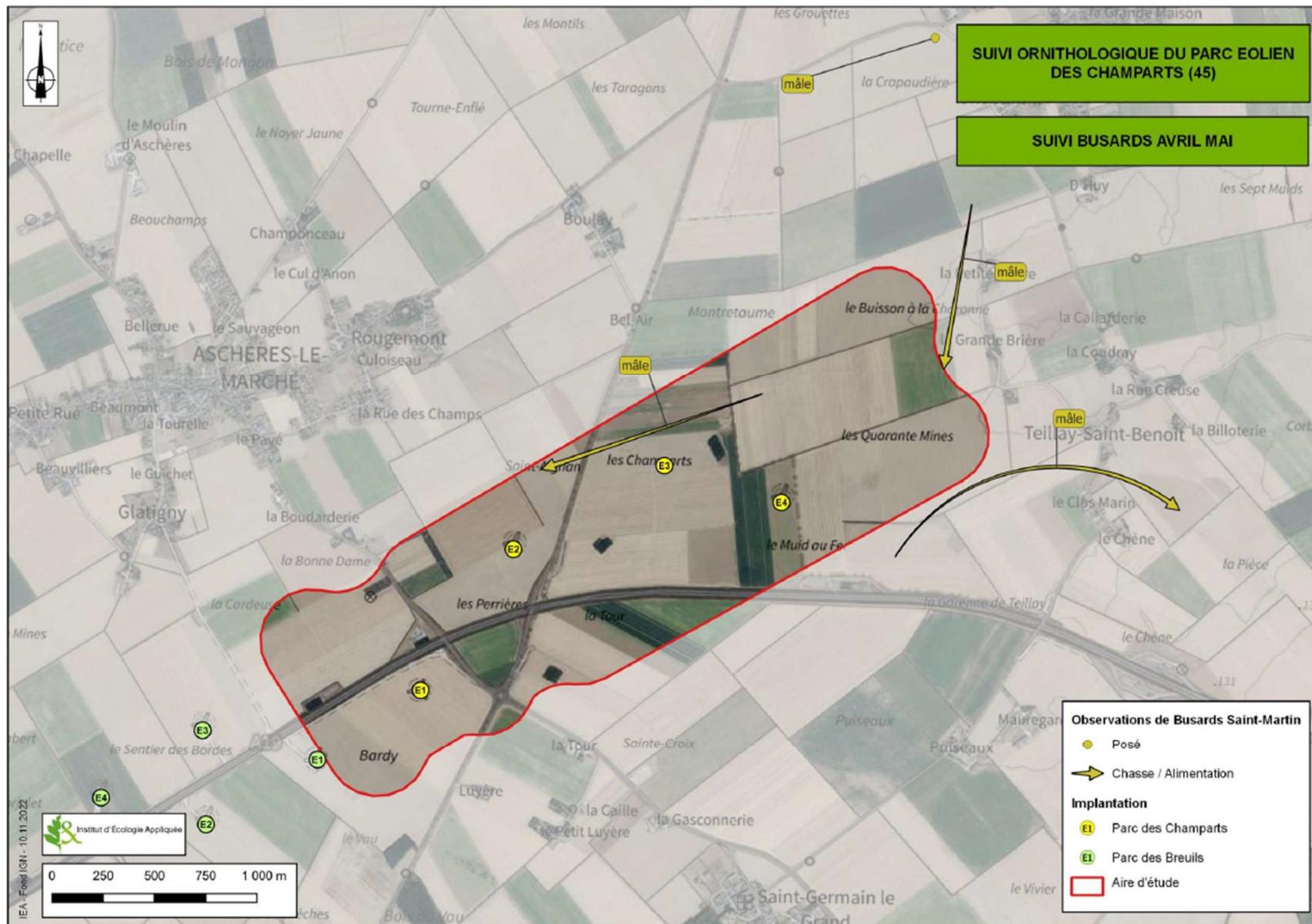
2.1.1.1 En 2022

Le suivi effectué en 2022 a été réalisé par l'Institut d'Écologie Appliquée. 11 passages ont ainsi été réalisés entre la mi-avril et la fin du mois de juillet 2022.

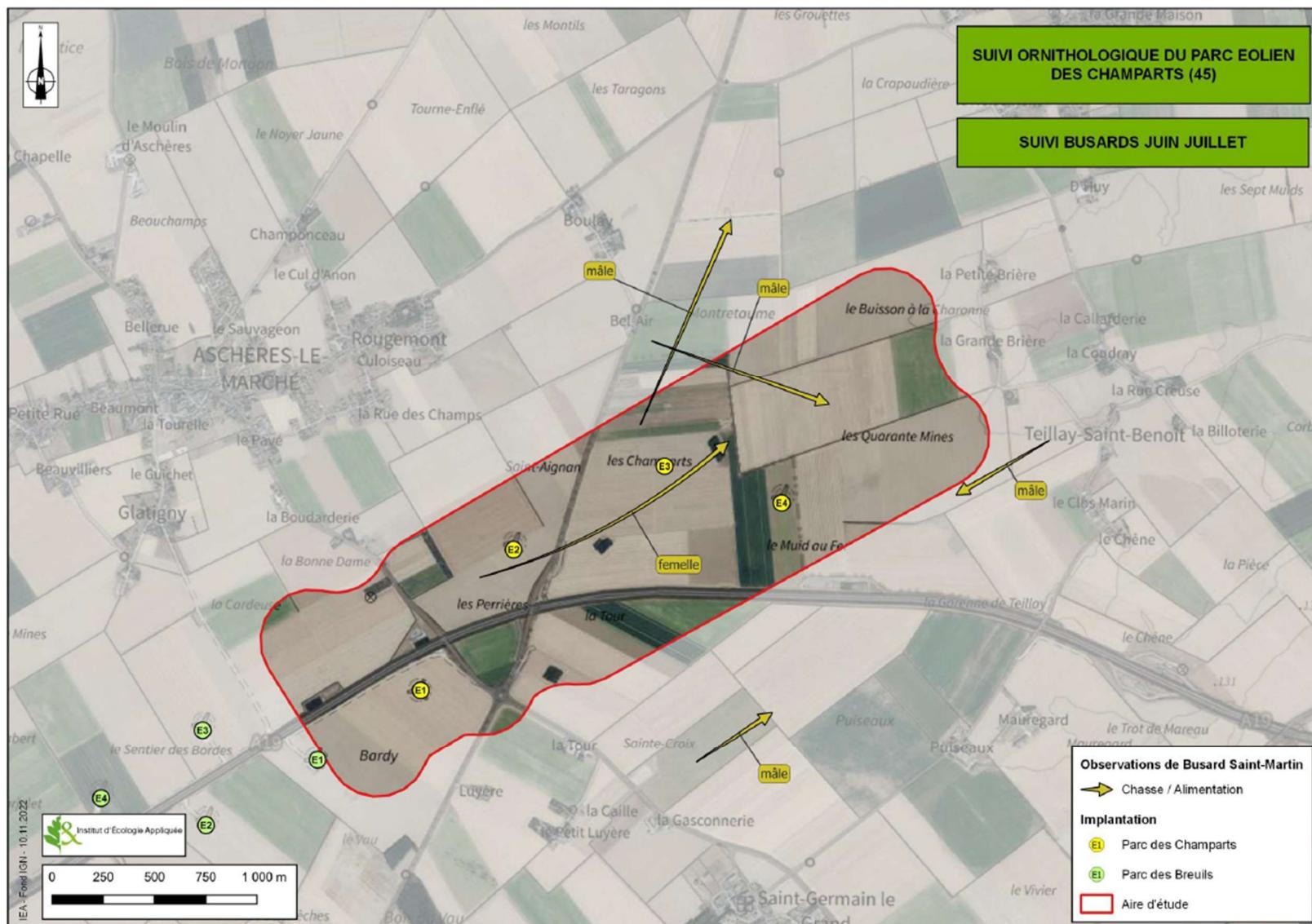
« 34 espèces d'oiseaux ont été répertoriées sur les abords du parc éolien des Champarts parmi lesquelles une espèce de busards.

Le Busard Saint-Martin présente un comportement de reproduction (parades) mais n'a cependant pas niché sur la zone d'étude. Un nid a cependant été localisé à proximité du parc des Breuils, secteur où a été observé au moins un Busard cendré mâle de passage. Ces observations sont similaires à celles effectuées en 2019 dans le cadre de l'étude d'impacts.

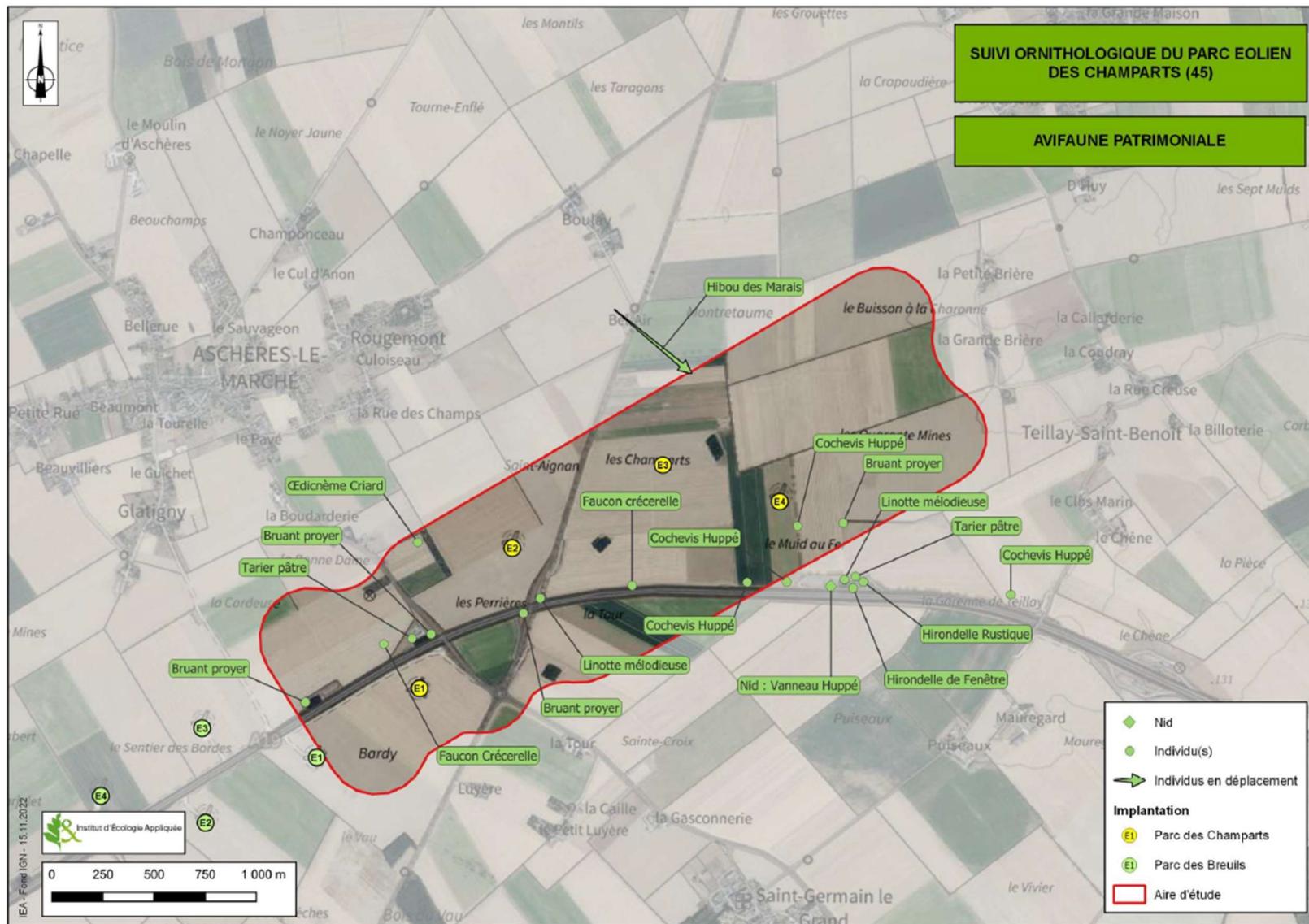
Parmi les autres espèces, quatorze présentent un caractère de patrimonialité. Ces espèces, fréquentent pour la plupart les abords de l'autoroute qui, par la présence d'espaces semi-naturels s'avèrent relativement attractifs pour l'avifaune en comparaison des parcelles de grandes cultures environnantes. Cela est particulièrement vrai pour les bassins situés à l'est du parc qui concentrent la plupart des enjeux ornithologiques de la zone : nidification du Vanneau huppé, du Cochevis huppé et de la Linotte mélodieuse, présence de migrants en halte... »



Carte 3 : Suivi busards avril – mai 2022 du parc éolien des Champarts



Carte 4 : Suivi busards juin – juillet 2022 du parc éolien des Champarts



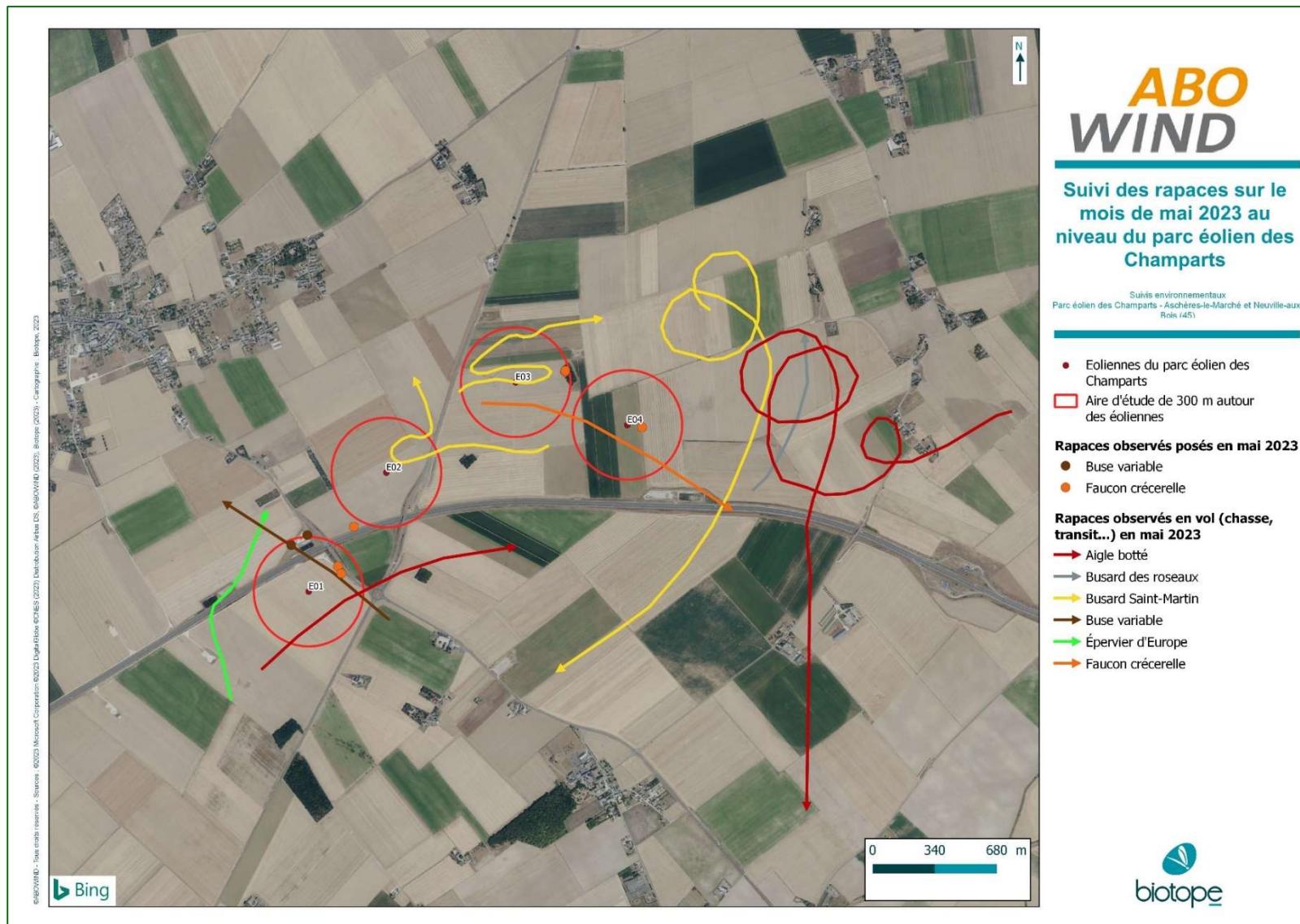
Carte 5 : Avifaune patrimoniale observée lors du suivi busard 2022

2.1.1.2 En 2023

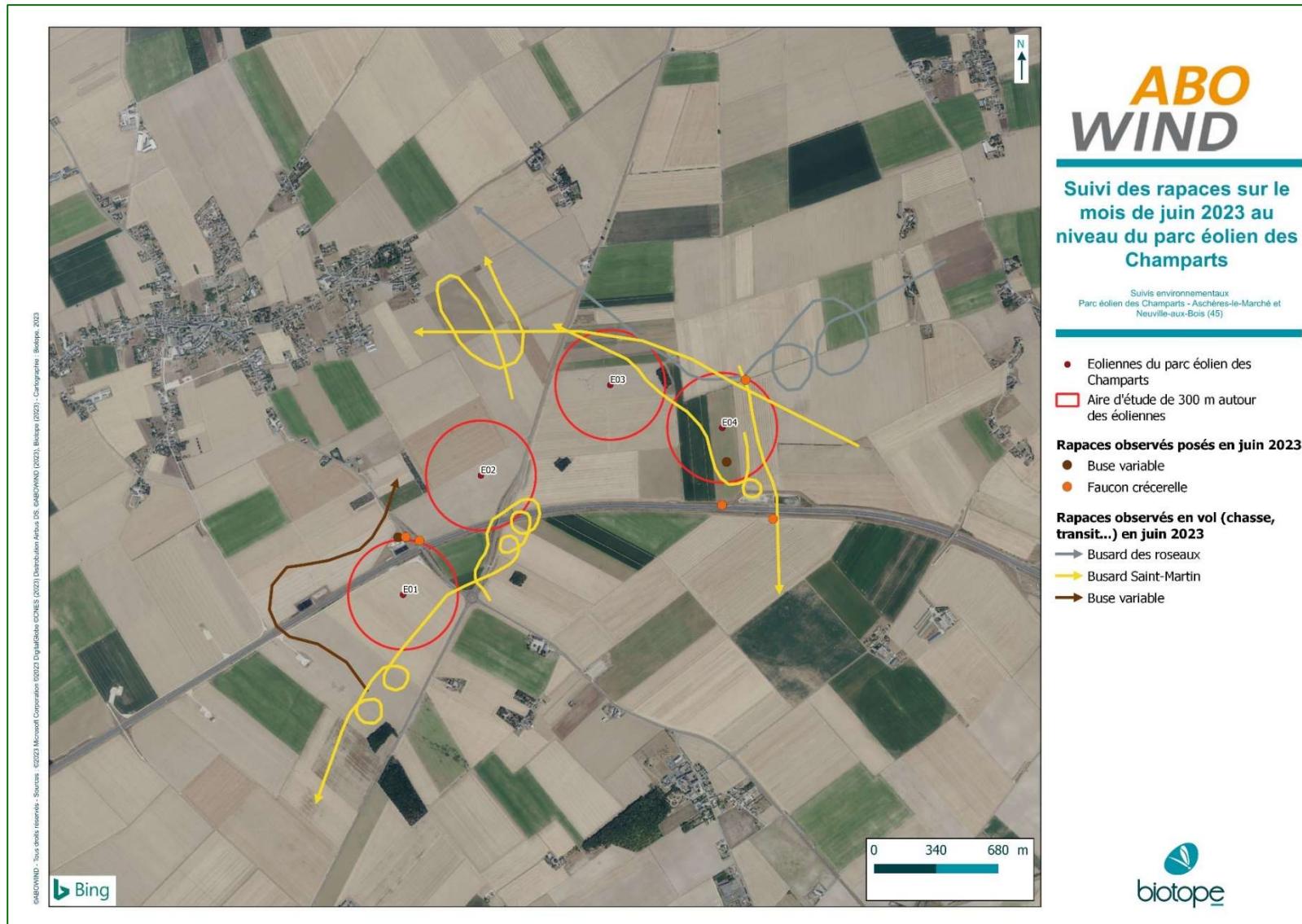
Le suivi « rapaces », réalisé sur une période de huit semaines de début mai à fin juin 2023 par Biotope, a permis de contacter six espèces de rapaces sur le site dont deux l'utilisant régulièrement (Busard Saint-Martin et Faucon crécerelle). Il n'a en revanche pas permis de repérer de territoire de reproduction de busards. **Aucun nid n'a été repéré lors du suivi dans les 300 m autour des éoliennes de ce parc.** Il en résulte qu'aucun arrêt des éoliennes n'a été mis en place notamment lors de la période d'envol des jeunes. On notera toutefois qu'en fonction de l'assoulement des parcelles, le secteur d'étude reste attractif pour les busards, la présence possible d'un nid variant d'une année sur l'autre en fonction de la rotation des cultures de céréales.

Nous avons aussi pu constater que l'ensemble du parc était ponctuellement utilisé par les différentes espèces de rapaces observées. Cela s'explique par une occupation du sol en majorité céréalière (blé et orge) favorable au développement des micromammifères.

Au regard des résultats du suivi mortalité, le risque de collision pour les rapaces présents sur la zone semble se concentrer au moment de la dispersion des individus à la suite de la reproduction. L'observation d'une Buse variable et de deux Faucons crécerelles lors du suivi mortalité 2023 en est le parfait exemple.



Carte 6 : Suivi des rapaces sur le mois de mai 2023 au niveau du parc éolien des Champarts



Carte 7 : Suivi des rapaces sur le mois de juin 2023 au niveau du parc éolien des Champarts

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

Au total, 29 espèces d'oiseaux ont été observées sur le site durant la période de suivi 2024. Parmi elles, on compte 6 espèces de rapaces, objets de l'étude. Sur ces 6 espèces, trois utilisent le site de manière régulière (Busard cendré, Busard Saint-Martin et Faucon crécerelle), les trois autres apparaissant de manière plus ponctuelle (Buse variable, Busard des roseaux et Milan noir).

Parmi les espèces les plus couramment observées, le Faucon crécerelle a été contacté à chaque passage sur l'ensemble du site. Ce sont avant tout des observations d'individus en chasse sur le secteur et notamment aux abords de l'autoroute A19.

Le Busard Saint-Martin a également été contacté à chaque passage. Un couple reproducteur a été observé au nord de l'aire d'étude, le nid se situait à environ 1 km de l'éolienne E03. Un deuxième couple a été identifié au sud à environ 2 km de l'éolienne E03 mais le nid n'a pas été localisé bien que deux jeunes volant ont par la suite été observés. Les contacts sur l'aire d'étude concernaient essentiellement des individus en chasse ou erratiques. Aucun nid n'a été trouvé dans les 300 m autour du parc. A noter que, dans le cadre du suivi rapaces du parc éolien voisin des Breuils, deux autres nids de Busards Saint-Martin ont également été découverts.

Le Busard cendré a aussi été régulièrement contacté (7 passages sur les 8 effectués). Les contacts sur l'aire d'étude concernaient essentiellement des individus en chasse ou erratiques. Aucun nid n'a été trouvé dans les 300 m autour du parc mais deux ont été découverts à environ 2 km au sud de l'éolienne E03. Ces deux nids ont fait l'objet d'une protection par l'association « Perma-plumes ». Un autre couple a été observé aux alentours du parc des Breuils mais sans comportement de reproduction.

La Buse variable a été contactée lors de 6 des 8 passages effectués. Aucun comportement reproducteur n'a été mis en évidence lors de ces différents passages au niveau du parc. Seuls des individus erratiques ou en chasse sont à noter. Aucun nid n'a été trouvé dans les 300 m autour du parc.

Le Busard des roseaux n'a été contacté que durant les trois derniers passages du suivi ; trois individus la première fois, puis à chaque fois un individu. Ces individus ont été vus chassant en limite d'aire d'étude entre les éoliennes E03 et E04, ainsi qu'au nord de l'aire d'étude. Il ne semble pas y avoir de nidification au sein de l'aire d'étude en 2024 mais la présence de plusieurs individus semblant être des immatures le 14 juin laisse supposer une nidification aux alentours.

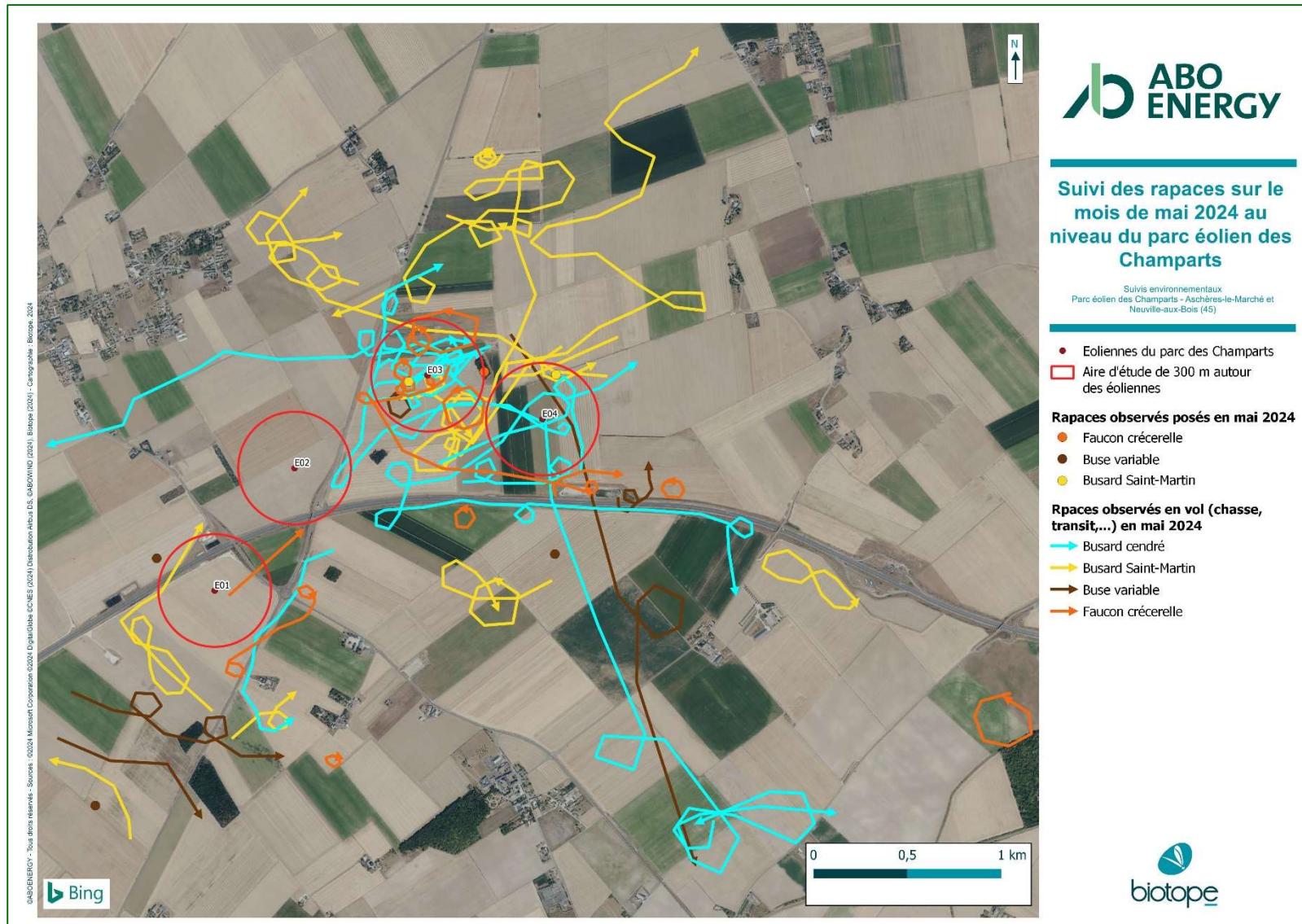
Un individu de Milan noir a été contacté le 14 juin à environ 3 km au sud-est du parc des Champarts, au niveau du parc voisin de Neuville-aux-Bois. Il s'agissait vraisemblablement d'un individu en chasse ou erratique et aucun indice de nidification n'a été observé dans les bosquets sur ou aux alentours de l'aire d'étude.

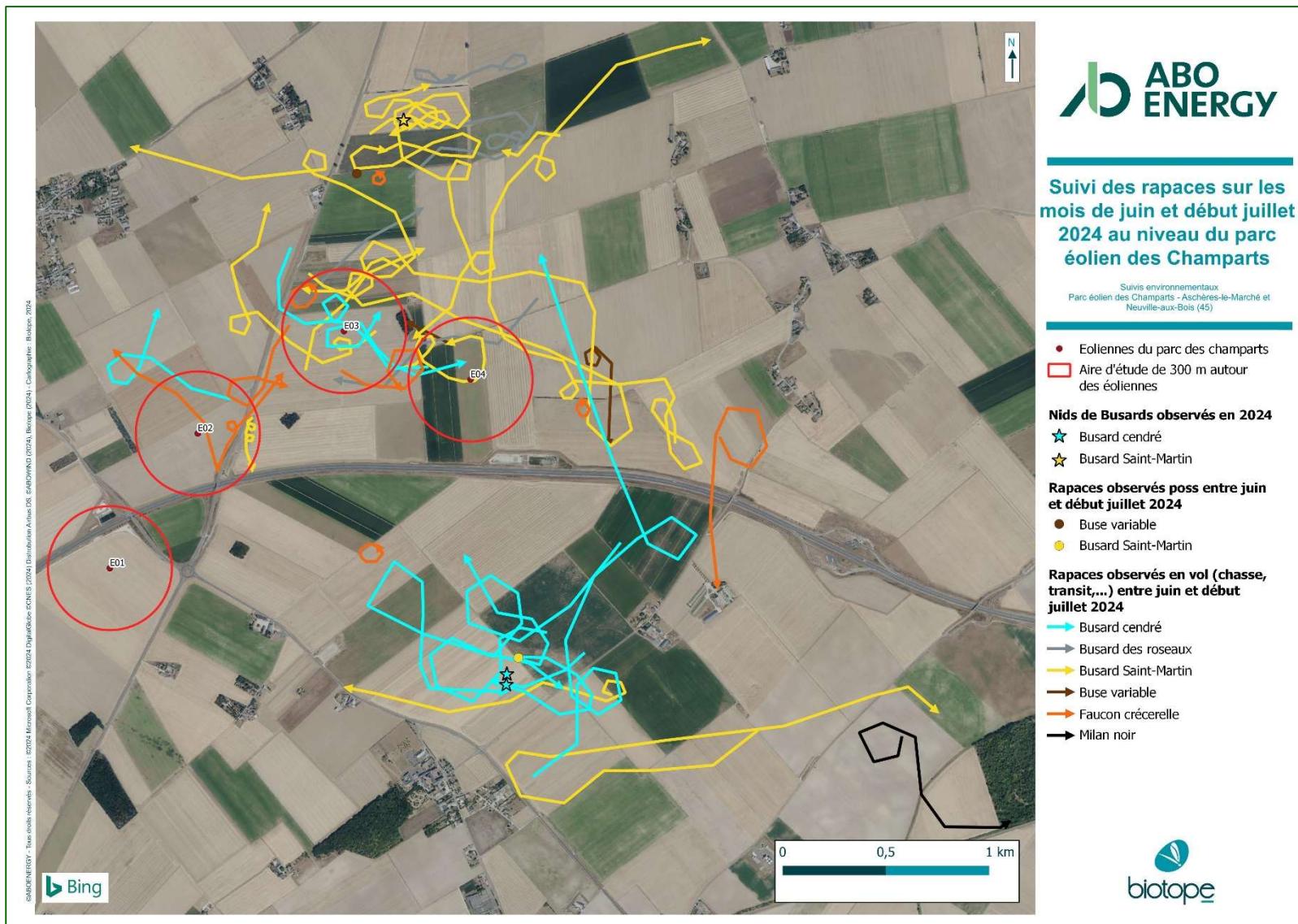
Tableau 8 : Statuts réglementaires et de conservation des rapaces identifiés lors du suivi mai - juillet 2024 au niveau du parc éolien des Champarts

Nom latin	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Centre-Val de Loire	Mai 2024	Juin-juillet 2024	Total cumulé des effectifs sur la période de suivi
<i>Circus pygargus</i>	Busard cendré	An. I	Art. 3	LC	NT	VU	13	10	23
<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	An. I	Art. 3	LC	NT	EN	0	5	5
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	LC	LC	NT	18	17	35
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	-	Art. 3	LC	LC	LC	8	3	11
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NT	LC	16	10	26
<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	An. I	Art. 3	LC	LC	VU	0	1	1

Légende :

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





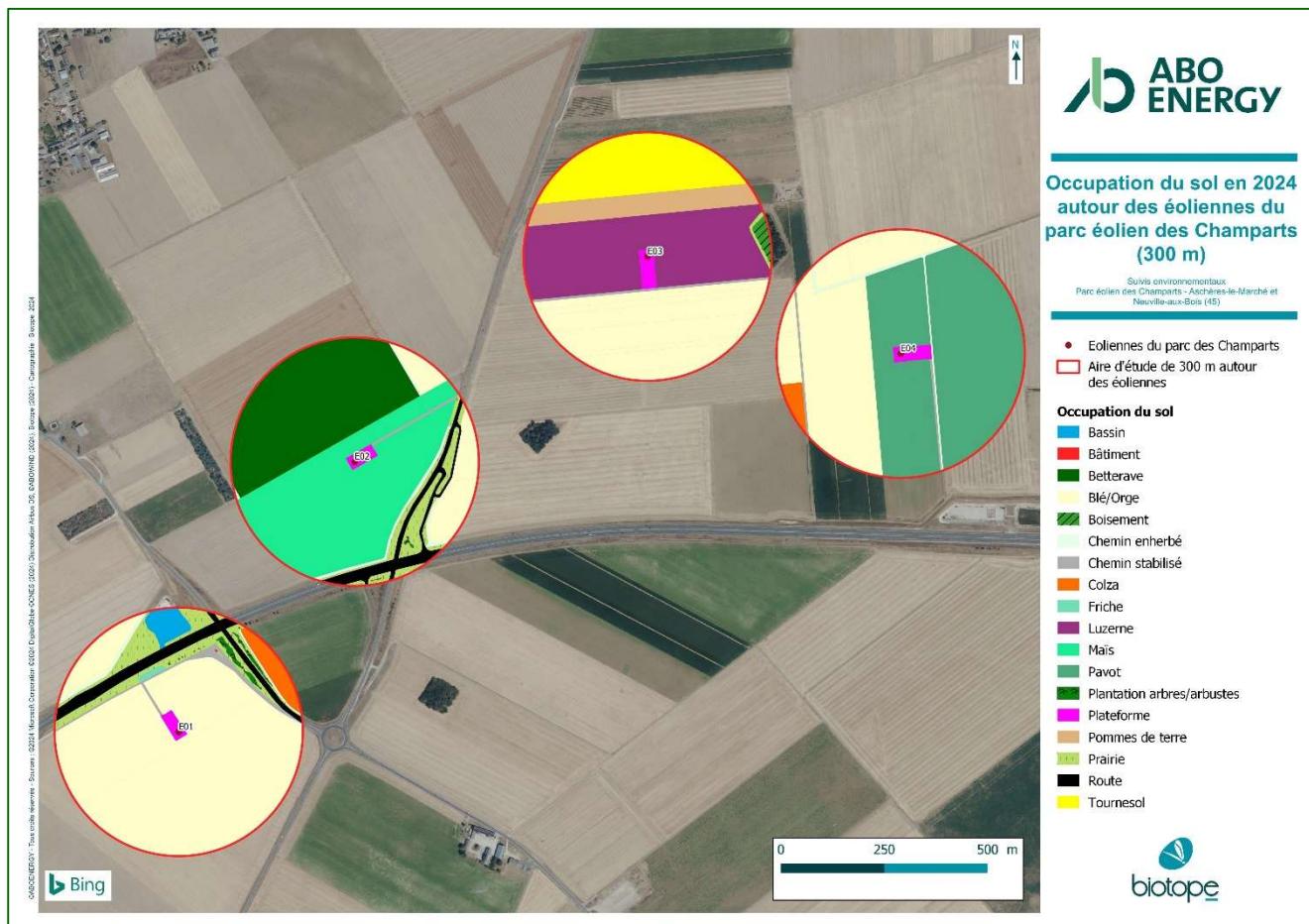
Carte 9 : Suivi des rapaces sur les mois de juin et début juillet 2024 au niveau du parc éolien des Champarts

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

2.1.3 Analyse des résultats de 2024

2.1.3.1 Analyse de l'occupation du sol

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



On constate qu'en 2024, la part des cultures céréaliers représente moins de la moitié de la zone étudiée. Le blé et l'orge étant des cultures favorables à la fois pour la chasse mais également pour la nidification du Busard Saint-Martin notamment, cela explique l'absence de nidification à proximité immédiate du site.

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

2.1.3.2 Territoires occupés pour les rapaces nicheurs à proximité du parc

Le couple de Busard Saint-Martin se situait en dehors du rayon de prospection du parc. Il se situait au nord du parc. Globalement, la femelle restait à proximité du nid tandis que le mâle a été observé en chasse sur les secteurs au nord et à l'est du parc et également autour des éoliennes E03 et E04. Le deuxième couple de Busard Saint-Martin se situait au sud du parc, à environ 2 km des éoliennes. Les deux individus restaient en général à proximité du site du nid.

Les deux couples de Busards cendrés ont été identifiés au sud du parc, dans le même secteur que le deuxième couple de Busards Saint-Martin. D'une manière générale, les deux couples restaient autour du site des nids pour la recherche de nourriture même si l'un des mâles a ponctuellement été observé en chasse autours des éoliennes E03 et E04 du parc des Champarts.

Pour le Busard des roseaux, plusieurs individus ont été observés en chasse sur les secteurs au nord du parc lors des derniers passages. Il s'agissait à chaque fois d'individus femelles ou d'immatures de l'année, ce qui laisse supposer qu'au moins un couple s'est reproduit aux alentours du parc même si aucun couple n'a été repéré.

Le parc et ses alentours constituent également, *a minima*, une zone d'alimentation pour la Buse variable et le Faucon crécerelle. Aucun comportement reproducteur n'a été noté pour la Buse variable au niveau de ce parc. Les bosquets et/ou les villages alentours restent favorables pour l'une ou l'autre de ces espèces.

2.1.3.3 Activité des oiseaux

On constate que les espèces les plus communes sur le site (le Busard Saint-Martin, le Busard cendré et le Faucon crécerelle), sont actives toute la journée et n'ont pas vraiment de période d'activité particulière. Le Busard des roseaux a le même type d'activité journalière.

Pour les autres espèces, la Buse variable et le Milan noir, elles ont été plus observées durant les heures les plus chaudes et les plus favorables aux grands planeurs. Ils s'agissaient pour ces espèces principalement d'individus erratiques, en migration ou en dispersion suite à la reproduction.

2.1.3.4 Comportements à risque

Parmi les espèces régulières, le Faucon crécerelle et la Buse variable, dont le type de chasse les amène à voler à hauteur des pales, sont les plus sensibles au risque de collision. Durant le suivi, des faucons ont été régulièrement observés chassant à proximité des éoliennes et quelques Buses variables étaient observées en train de traverser les lignes d'éoliennes.

Le mode de chasse des busards consiste à parcourir les milieux ouverts en volant à très basse altitude (moins de 5 m). Ils ne sont donc pas particulièrement sensibles à la collision durant la chasse mais peuvent être impactés durant la période des parades nuptiales vers la fin avril-début mai. En effet, durant la parade nuptiale, les mâles montent à une centaine de mètres avant de descendre en piqué puis de remonter en utilisant leur élan. Ils répètent alors cette manœuvre plusieurs fois d'affilée. Durant cette période, les mâles sont dans un état d'excitation les rendant peu attentifs à leur environnement, ce qui augmente encore le risque de collision.

Le Milan noir a été contacté au niveau du parc de Neuville-aux-Bois, situé à environ trois kilomètres au sud-est du parc des Champarts. Il a été observé traversant les éoliennes du parc en volant à hauteur des pales.

2.1.4 Synthèse du suivi rapaces nicheurs en 2024

Ce suivi « rapaces », réalisé sur une période de huit semaines de début mai à début juillet 2024, a permis de contacter six espèces de rapaces sur le site dont trois l'utilisant régulièrement (Busard Saint-Martin, Busard cendré et Faucon crécerelle). Il a également permis de repérer deux territoires de reproduction de Busards (en dehors de l'aire d'étude de 300 m autour des éoliennes du parc), l'un au nord de l'éolienne E03 (1 km), sur la commune de Crottes-en-Pithiverais (un couple de Busard Saint-Martin), et l'autre au sud de E04 (2 km), sur la commune de Neuville-aux-Bois au niveau de Saint-Germain-le-Grand (deux couples de Busard cendré et un couple de Busard Saint-Martin). Aucun nid n'a, en revanche, été repéré lors du suivi dans les 300 m autour des éoliennes de ce parc. Il en résulte qu'aucun arrêt des éoliennes, comme le demande l'arrêté préfectoral, n'a donc été réalisé en l'absence de jeunes à l'envol dans les 300 m autour du parc éolien des Champarts.

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

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

Au final, étant donné le type de culture (blé) et les conditions météo entraînant un retard des cultures, il a été estimé que la moisson aurait lieu après l'envol des jeunes et qu'une mise en défens des nids n'était pas nécessaire pour les nids de Busard Saint-Martin. Deux jeunes volants ont par la suite été observés à proximité du nid de Saint-Germain-le-

Grand, attestant de la réussite de cette nichée. En revanche, aucune activité n'a été observé autour du nid de Crottes-en-Pithiverais avant la moisson, signifiant soit que les jeunes étaient déjà partis, soit un échec de la reproduction.

Les deux nids de Busard cendré se trouvant dans une parcelle d'orge, il avait été estimé que la moisson aurait lieu avant l'envol des jeunes et une mise en défens a par conséquent été décidée. Cette action a permis l'envol des jeunes de ces deux nichées (respectivement trois et quatre jeunes).

Lors de ce suivi 2024, nous avons aussi pu constater qu'en fonction du couple observé, l'aire d'étude des 300 m autour des éoliennes du parc est plus ou moins prospectée par les busards, le couple au nord du parc chasse aussi bien sur le parc qu'en dehors tandis que les couples au sud ne s'approchent que ponctuellement des éoliennes. On notera cependant que l'occupation du sol, en partie céréalière (blé et orge), est favorable au développement des micromammifères et donc à la chasse des rapaces dont les busards.

Après un suivi réalisé en 2022 lors de la construction du parc, puis un suivi en 2023 constituant la première année de suivi à la suite de la mise en exploitation du parc éolien des Champarts, le suivi réalisé en 2024 constituait la deuxième année de suivi.

Il pourrait être judicieux de reconduire cette action de suivi et de préservation de nichées de busards en 2025.

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

2.2.1 Espèces contactées

D'après les enregistrements réalisés en hauteur, 6 espèces de chiroptères sont présentes ou considérées comme telles au niveau du parc éolien des Champarts :

- 4 espèces contactées lors des inventaires de terrain :
 - 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 des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius (*Pipistrellus kuhlii* / *P. nathusii*).
- 2 espèces non directement contactées au cours du suivi mais considérées présentes au vu de la présence du groupe d'espèces auquel elles appartiennent :
 - Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ;
 - Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*).

En 2024, six espèces de chauves-souris ont été contactées, à hauteur de nacelle, au niveau de l'éolienne E03, ce qui représente 24% des 25 espèces présentes en région Centre-Val de Loire.

La richesse spécifique contactée lors de l'étude en hauteur (6 espèces) est jugée moyenne. Néanmoins, il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en hauteur.

Tableau 9 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc des Champarts en 2024

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux		
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	An. IV	Art. 2	NT	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 <i>Pipistrellus nathusii</i>	An. IV	Art. 2	NT	NT	DZ

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 enregistrées et exploitables entre le 2 mai et le 4 novembre 2024), 5 377 contacts de 5 secondes ou 2 863 minutes (soit 47h43) 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 (114 m), pendant les 186 nuits d'écoute.

Tableau 10 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 114 m

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	1 335	24,83%	647	22,60%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	1 960	36,45%	1 031	36,01%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	27	0,50%	24	0,84%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	1 045	19,43%	725	25,32%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	644	11,98%	296	10,34%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i> .	366	6,81%	140	4,89%
Total	5 377	100%	2 863	100%

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

- La **Noctule de Leisler** est l'**espèce la plus représentée en altitude**, avec 36% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Cette espèce est typiquement fortement représentée en altitude.
- La **Noctule commune** est bien représentée sur le site en altitude, avec 22,6% des « minutes positives » enregistrées en altitude. Cette espèce est généralement bien représentée en altitude et domine fréquemment le groupement chiroptérologique en Beauce.
- La Sérotine commune représente également une petite part des contacts en altitude avec 0,8% des « minutes positives ».
- Le groupe des « sérotules », comprenant les Sérotines communes, Noctules communes et Noctules de Leisler indéterminées, représente 25% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Ce groupe correspond aux signaux avec un fort recouvrement et donc difficiles à différencier, notamment la Sérotine commune.
- La **Pipistrelle commune** est peu représentée sur site avec 10% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude.
- Le groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius représente un peu moins de 5% des « minutes positives » enregistrées sur ce parc, cette paire d'espèces et peu représentée en altitude sur le site.

En 2024, le suivi a permis de comptabiliser 2 863 minutes positives au cours des 186 nuits de suivi effectives. Ainsi, on obtient une moyenne de 15,4 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 11 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité quand présence ou absence	Niveau d'activité quand présence uniquement
Noctule commune	186	54,3%	3,48	6,41	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	186	54,3%	5,54	10,21	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelles de Kuhl / Natusius	186	22,04%	0,75	3,41	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune	186	34,95%	1,59	4,55	Activité moyenne	Activité faible
Sérotine commune	186	8,06%	0,13	1,6	Activité très forte	Activité très faible
Sérotine/Noctules indéterminées	186	53,23%	3,9	7,32	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	186	75%	12,26	16,4	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, les Noctules commune et de Leisler présentent une activité très forte. Les groupes des Sérotine/Noctules indéterminées et des Pipistrelles de Kuhl/Natusius présentent également une activité très forte. La Pipistrelle commune présente une activité moyenne, tandis que la Sérotine commune, contactée avec certitude sur seulement 8% des nuits, présente globalement une activité très faible quand on ne considère que les nuits où elle est présente. Mais en altitude, cette activité n'est pas représentative, l'espèce ne présentant généralement qu'une poignée de contacts et la plupart étant inclus dans le groupe des « sérotules ».

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 75 % des nuits, avec une activité très forte.

2.2.3.1 Activité en période printanière (mai)

Tableau 12 : 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	30	13,33%	0,2	1,5	Activité forte	Activité moyenne
Noctule de Leisler	30	30%	0,8	2,67	Activité forte	Activité moyenne
Pipistrelles de Kuhl / Natusius	30	13,33%	0,37	2,75	Activité moyenne	Activité moyenne
Pipistrelle commune	30	23,33%	0,63	2,71	Activité faible	Activité très faible
Sérotine commune	30	10%	0,1	1	Activité très forte	Activité très faible
Sérotine/Noctules indéterminées	30	33,33%	0,63	1,9	Activité très forte	Activité moyenne
Toutes espèces	30	50%	2,43	4,87	Activité moyenne	Activité faible

Légende :

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

Sur la période printanière, les Noctules commune et de Leisler présentent une activité forte, tandis que la Pipistrelle commune présente une activité faible. Le groupe des « sérotules » présente une activité très forte, et la paire des Pipistrelles de Kuhl/Natusius une activité moyenne.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 50 % des nuits en période de migration printanière, avec une activité moyenne.

2.2.3.2 Activité en période estivale (juin à juillet)

Tableau 13 : 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
Noctule commune	61	52,46%	1,93	3,69	Activité très forte	Activité faible
Noctule de Leisler	61	54,1%	10,79	19,94	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelles de Kuhl / Natusius	61	21,31%	0,67	3,15	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune	61	40,98%	2,48	6,04	Activité forte	Activité moyenne
Sérotine commune	61	6,56%	0,08	1,25	Activité forte	Activité très faible

Spécies	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
Sérotine/Noctules indéterminées	61	52,46%	6,82	13	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	61	79%	17,82	22,65	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

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

Sur la période estivale, les Noctules commune et de Leisler présentent une activité très forte, tandis que la Pipistrelle commune présente une activité forte. Le groupe des « sérotules » et la paire des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius présentent une activité très forte.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 79 % des nuits en période estivale de mise-bas et d'élevage des jeunes, avec une activité très forte.

2.2.3.3 Activité en période automnale (août à novembre)

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

Spécies	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité à l'automne quand présence ou absence	Niveau d'activité à l'automne quand présence uniquement
Noctule commune	95	67,37%	5,2	7,72	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	95	61,05%	3,31	5,41	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelles de Kuhl / Nathusius	95	24,21%	0,86	3,57	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune	95	33,68%	1,28	3,81	Activité moyenne	Activité très faible
Sérotine commune	95	7,37%	0,16	2,14	Activité forte	Activité moyenne
Sérotine/Noctules indéterminées	95	58,95%	2,8	4,75	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	95	79%	11,08	14,04	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.

Sur la période automnale, les Noctules commune et de Leisler présentent une activité très forte, tandis que la Pipistrelle commune présente une activité moyenne. Le groupe des « sérotules » et la paire des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius présentent une activité très forte.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 79 % des nuits en période de migration automnale, 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

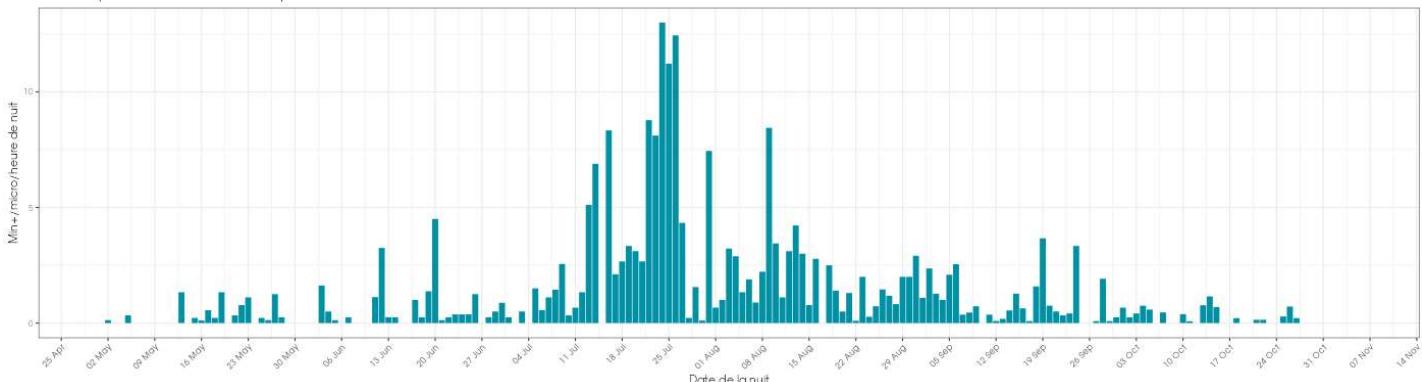


Figure 10 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistrée en altitude (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc éolien des Champarts de mai à novembre 2024

L'activité enregistrée à 114 m au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts montre d'importante variation de l'activité des chauves-souris. Les pics d'activité les plus importants ont été observés durant la période estivale notamment à la fin du mois de juillet. D'autres pics importants sont présents début juillet et août. L'activité se poursuit ensuite, diminuant graduellement, jusqu'à la fin octobre.

2.2.4.1 Activité mensuelle

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

L'activité est réduite en mai et juin, et augmente brutalement en juillet avec un pic maximal d'activité, avant de commencer à diminuer graduellement dès août. L'activité diminue ensuite jusqu'à la fin octobre.

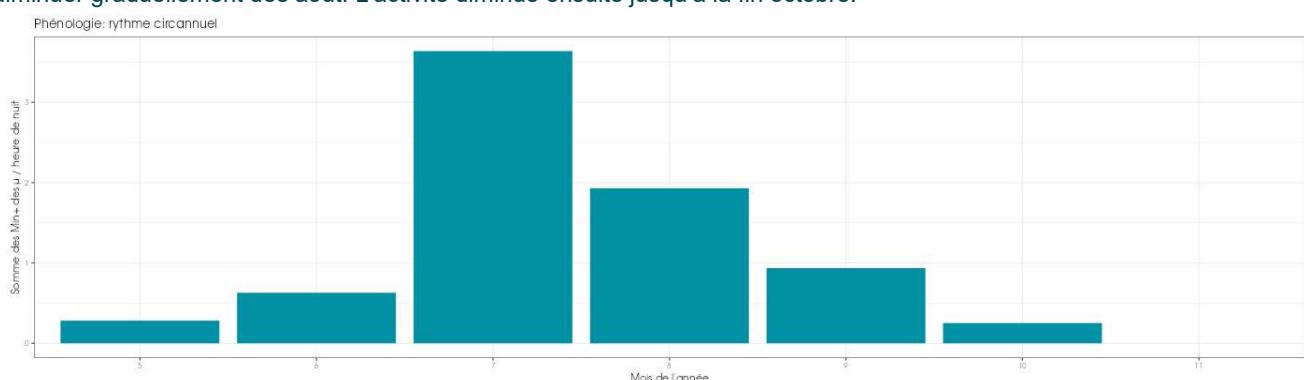


Figure 11 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (114 m) au niveau de l'éolienne E03 de mai à novembre 2024

■ *Pipistrelle commune*

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente 10 % du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de faible à forte puis moyenne entre le printemps, l'été et l'automne.

L'activité de la Pipistrelle commune est faible en mai, augmente fortement en juin et reste élevée en juillet, puis diminue brutalement en août, avec un regain d'activité en septembre avant de diminuer de nouveau en octobre.

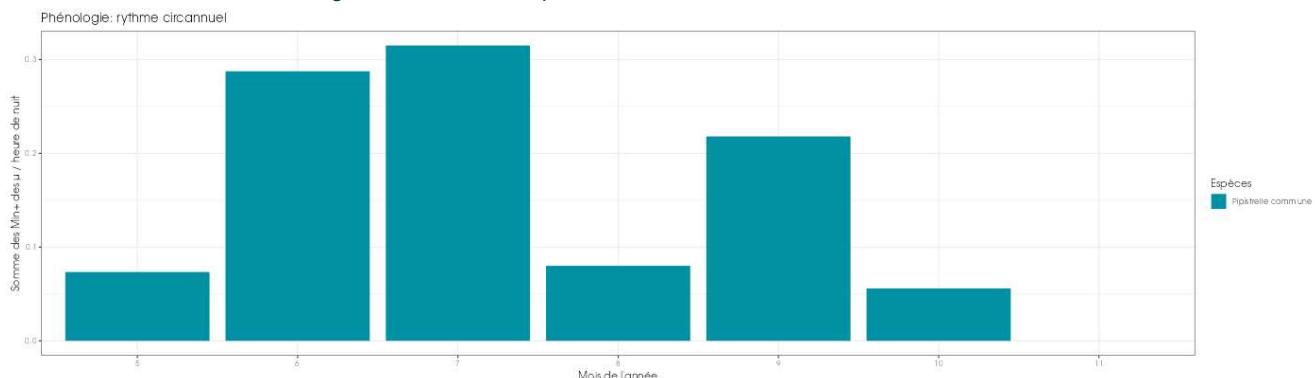


Figure 12 : Nombre moyen de minutes mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne E03 des Champarts en 2024

■ *Groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius*

Pour rappel, le groupe des Pipistrelles et Kuhl/Nathusius représente 5 % du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de moyenne au printemps à très forte durant l'été et l'automne.

L'activité du groupe augmente durant la période estivale de mise-bas et d'élevage des jeunes (juin-juillet) puis diminue en août (début de la période automnale). Un nouveau pic est constaté au mois de septembre, puis de nouveau l'activité diminue en octobre. Son activité estivale est plus probablement liée à l'activité de chasse de la Pipistrelle de Kuhl, tandis que son pic d'activité en septembre est probablement dû à la migration de la Pipistrelle de Nathusius.

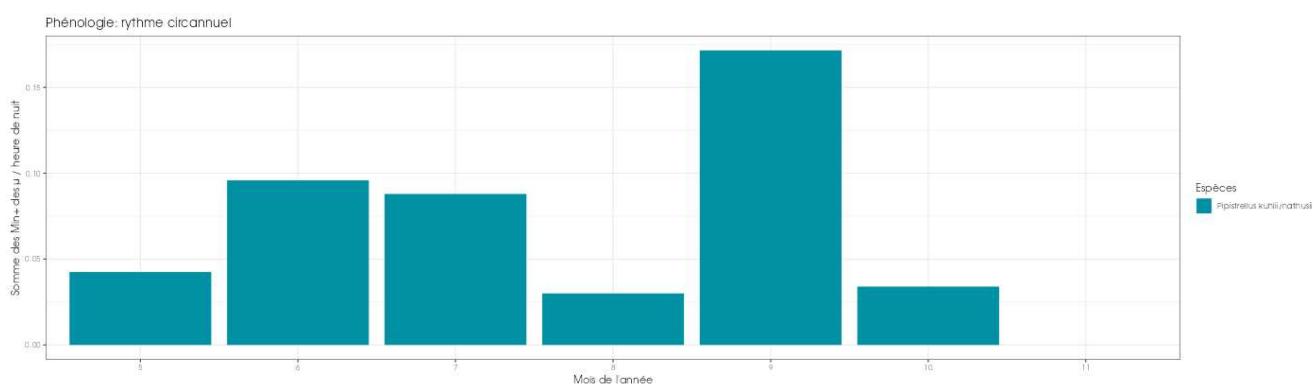


Figure 13 : Nombre moyen de minutes mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles de Kuhl/Nathusius, en altitude sur l'éolienne E03 des Champarts en 2024

■ *Groupe Sérotine commune / Noctule de Leisler / Noctule commune*

Pour rappel, la Noctule de Leisler présente 36 % du total des minutes positives obtenues en altitude, la Noctule commune 23 % et le groupe des « sérotules » 25 %. Les noctules présentent une activité forte au printemps, très fort en été et en automne.

L'activité des noctules commence dès mai, reste faible en juin, et augmente brutalement en juillet pour atteindre le pic d'activité pour 2024, avec une large dominante de Noctule de Leisler, correspondant plutôt à l'activité d'une population sédentaire, mais pouvant potentiellement aussi être une migration précoce sur la seconde moitié de juillet. L'activité diminue ensuite en août et graduellement jusqu'en octobre. L'activité de la Noctule commune est à son maximum en août, ce qui correspond à la migration automnale de l'espèce ; les contacts précédents pouvant être liés à une migration plus précoce ou à l'activité de transit de populations locales et sédentaires.

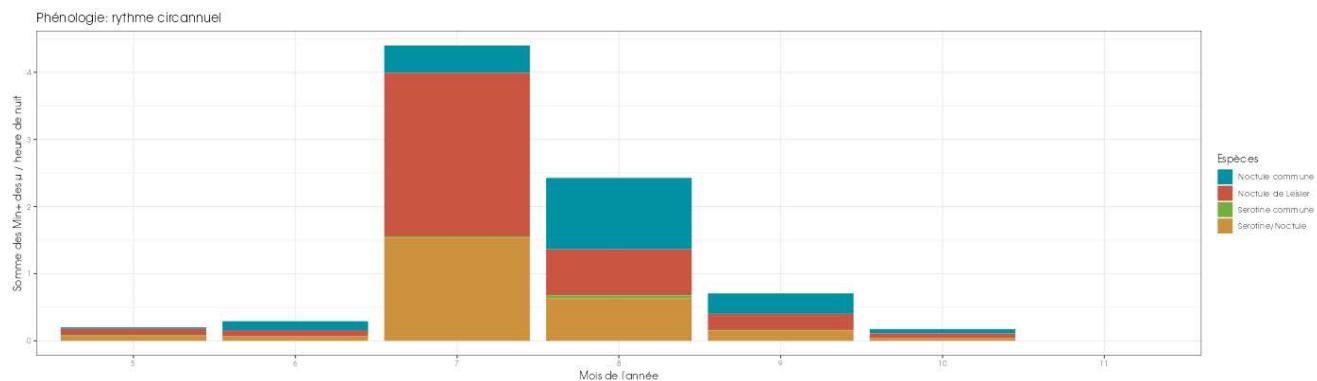


Figure 14 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Sérotines/Noctules, en altitude sur l'éolienne E03 des Champarts en 2024

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

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

L'activité des chauves-souris, toutes espèces confondues, est globalement plus importante en début de nuit, sur les trois premières heures de la nuit (h+0 à h+2). Le pic d'activité a lieu sur la deuxième heure de la nuit (h+1).

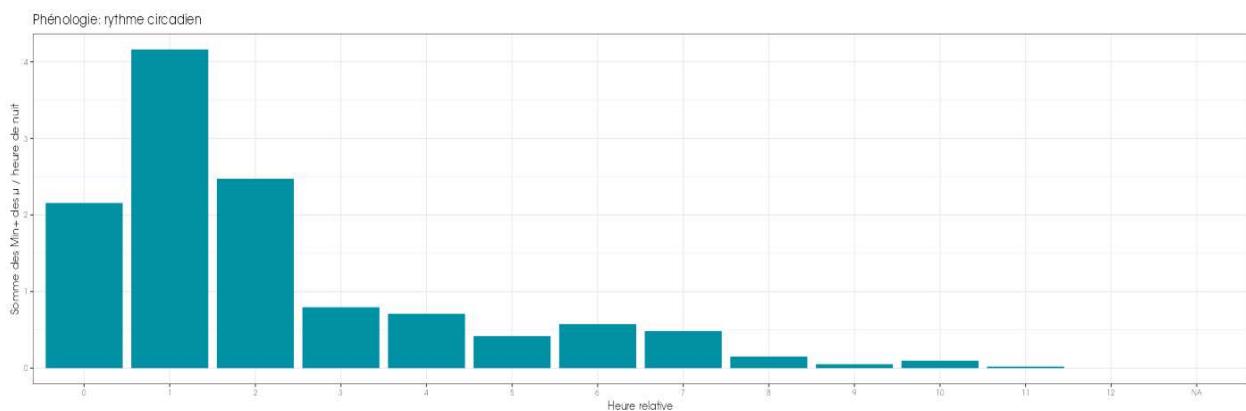


Figure 15 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (114 m), toutes espèces confondues, de mai à novembre 2024

On observe globalement le même rythme d'activité en été et en automne, les deux périodes présentant la plus forte activité. Le rythme d'activité au printemps est moins caractéristique, notamment en raison du plus faible nombre de nuits d'enregistrement durant cette période.

On peut voir que globalement on observe un pic d'activité durant les premières heures de la nuit ; l'activité diminue ensuite.

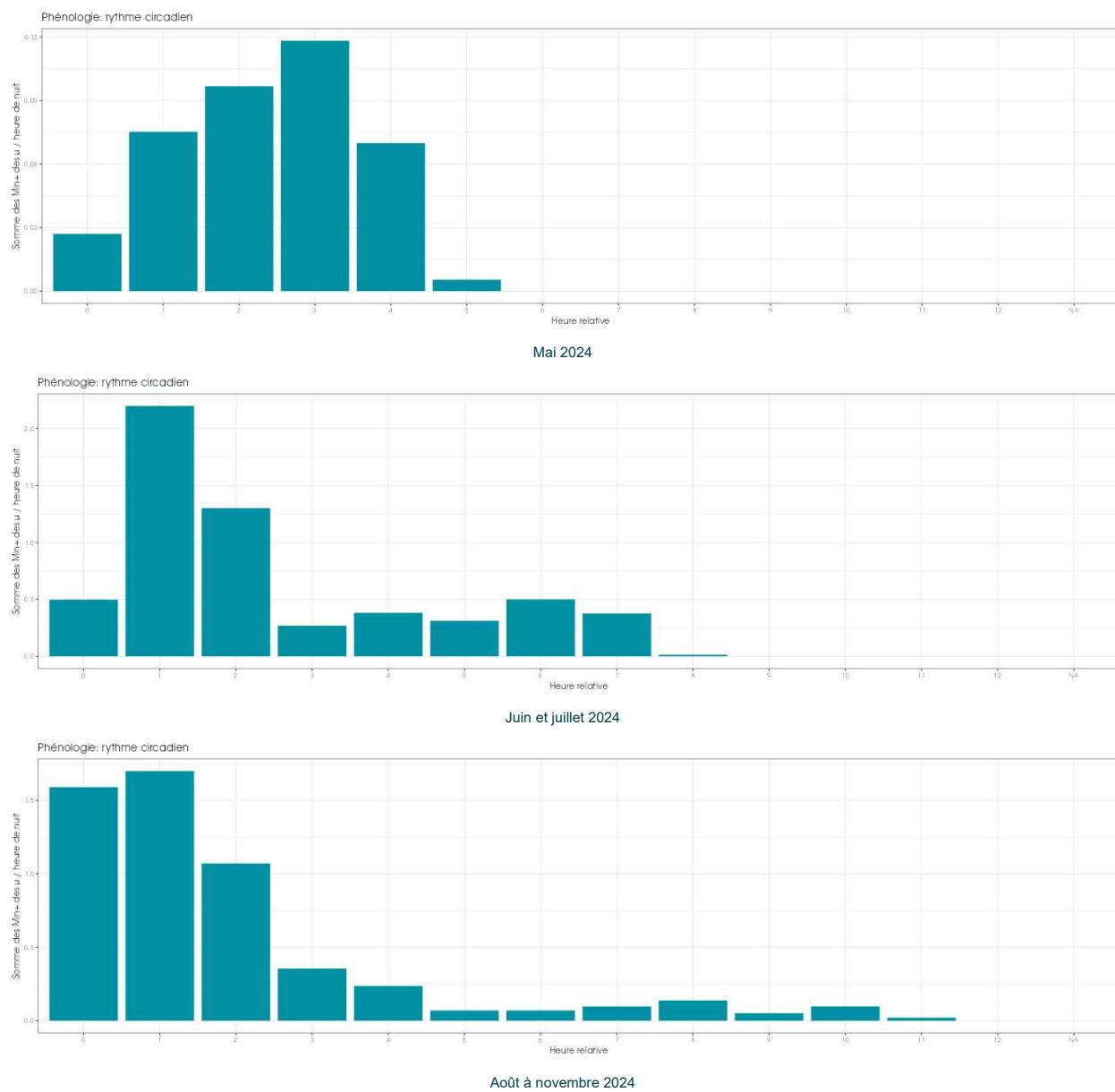


Figure 16 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, en altitude (114 m) et toutes espèces confondues, sur l'éolienne E03

L'activité des chauves-souris au printemps augmente graduellement de la première heure de la nuit jusqu'à la quatrième, avant de rapidement diminuer jusqu'à la sixième heure et stopper ensuite. Le pic d'activité se situe à h+3.

En période estivale de mise-bas et d'élevage des jeunes, cette activité est globalement plus importante en début de nuit. Le pic d'activité a lieu durant la deuxième et la troisième heure de la nuit et diminue ensuite progressivement jusqu'à la neuvième heure avant de se stopper. La première heure de la nuit présente une faible activité qui augmente largement durant la seconde.

Et enfin, en période de migration automnale et de swarming, cette activité est globalement plus importante en début de nuit. Le pic d'activité se situe sur les deux premières heures de la nuit, puis diminue progressivement, se poursuivant sur l'ensemble de la nuit jusqu'à h+11.

A titre d'information, pour l'espèce la plus représentée en altitude, à savoir la Noctule de Leisler, une extraction a été réalisée au moment de la période du pic d'activité de l'espèce.

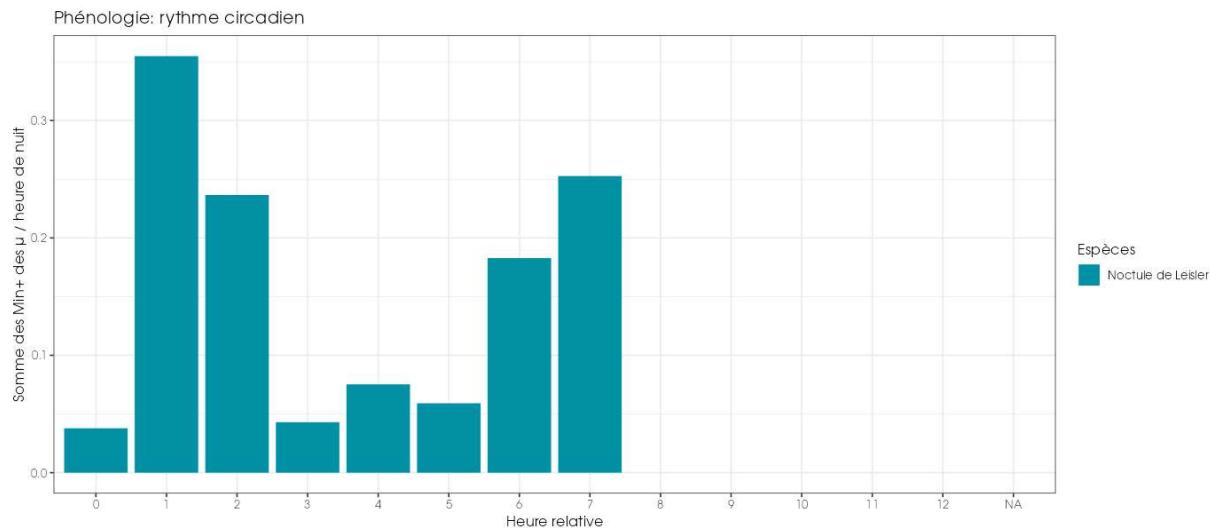


Figure 17 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (114 m), pour la Noctule de Leisler, entre le 20 et le 25 juillet 2024

Cette activité de Noctule de Leisler, avec un pic au début de la nuit et un nouveau pic en fin de nuit, est potentiellement indicative de la présence d'une colonie à proximité. Cela peut être une colonie sédentaire ou une colonie d'individus ayant migré de façon précoce. Ce schéma ne se représente pas ensuite, la colonie ayant pu se déplacer de nouveau vers un gîte plus favorable, hors de Beauce, le gîte utilisé l'aurait été de façon transitoire.

Par ailleurs, le graphique suivant (actogramme) présente le détail de l'activité, toutes espèces confondues, au niveau de l'éolienne E03. La zone en violet correspond à la nuit.

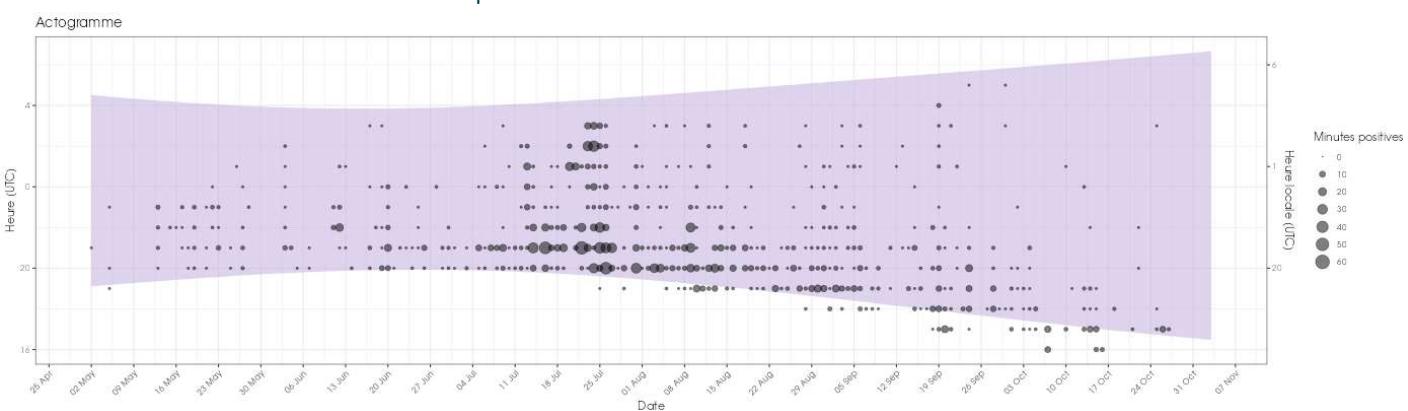


Figure 18 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (114 m)

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

On observe notamment une activité très forte en début de nuit, qui reprend en fin de nuit sur période du 20 au 26 juillet, ce qui peut correspondre à l'activité d'une colonie proche du site. Ces pics correspondent à l'activité de la Noctule de Leisler et peuvent indiquer la présence d'une colonie à proximité.

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

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

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

Tableau 15 : 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	1h51 1 432 min. pos.	2h56 2 147 min. pos.	4h32 2 434 min. pos.	5h54 2 577 min. pos.	7h00 2 720 min. pos.	8h16 2 835 min. pos.
Période printanière (mai)	3h03 41 min. pos.	3h53 62 min. pos.	4h07 70 min. pos.	4h14 74 min. pos.	4h57 78 min. pos.	4h58 81 min. pos.
Période estivale (juin à juillet)	2h00 737 min. pos.	3h33 1 105 min. pos.	5h45 1 252 min. pos.	6h19 1 326 min. pos.	7h06 1 399 min. pos.	7h37 1 458 min. pos.
Période automnale (août à novembre)	1h34 654 min. pos.	2h32 981 min. pos.	3h13 1 111 min. pos.	4h25 1 177 min. pos.	6h19 1 243 min. pos.	8h58 1 295 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 5h54 qui suivent le coucher du soleil ;
- 75% de l'activité en altitude se concentre dans les 2h56 qui suivent le coucher du soleil ;
- 50% de l'activité en altitude a été obtenue entre le coucher du soleil et environ 1h51 après celui-ci.

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

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

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

Tableau 16 : Croisement des informations sur l'évaluation de l'activité en altitude issues des deux années de suivi

	En 2023	En 2024
Localisation des deux dispositifs d'écoute	Eolienne E03 – Parc des Champarts.	Eolienne E03 – Parc des Champarts.
Période de fonctionnement du dispositif	227 nuits exploitables entre le 29 mars et le 10 novembre 2023.	186 nuits exploitables entre le 2 mai et le 4 novembre 2024.
Espèces identifiées	7 espèces de chauves-souris ont été identifiées en altitude au niveau de l'éolienne E03 : Grand Murin, Noctule de Leisler, Noctule commune, Sérotine commune, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle commune. 4 groupes d'espèces sont également présents : Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées et groupe Pipistrelles de Kuhl / P. de Nathusius.	6 espèces de chauves-souris ont été identifiées en altitude au niveau de l'éolienne E03 : Noctule de Leisler, Noctule commune, Sérotine commune, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle commune. 4 groupes d'espèces sont également présents : Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées et groupe Pipistrelles de Kuhl / P. de Nathusius.
Nombre de contacts enregistrés	Eolienne E03 : 2 976 contacts de « 5 secondes » ou 1 405 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » - ont été obtenus. En 2023, avec 227 nuits d'enregistrement de l'activité, on obtient une moyenne de 6,18 minutes positives par nuit.	Eolienne E03 : 5 377 contacts de « 5 secondes » ou 2 863 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » - ont été obtenus. En 2024, avec 186 nuits d'enregistrement de l'activité, on obtient une moyenne de 15,4 minutes positives par nuit.

	En 2023	En 2024
Niveau d'activité des espèces	<p>La Noctule commune est l'espèce la plus présente en altitude avec 677 « minutes positives » enregistrées en altitude.</p> <p>Pour la Noctule de Leisler, le nombre de contact est plus faible avec 382 « minutes positives » enregistrées en altitude.</p> <p>La Pipistrelle commune est faiblement présente. Elle représente 87 des « minutes positives » obtenues.</p> <p>Le groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius est peu représenté avec 24 « minutes positives » enregistrées en altitude.</p> <p>Le Grand Murin représente seulement 2 « minutes positives » sur 2023.</p>	<p>La Noctule de Leisler est l'espèce la plus présente en altitude avec 1 031 « minutes positives » enregistrées en altitude. Son activité en 2024 est presque trois fois plus importante qu'en 2023.</p> <p>Pour la Noctule commune, le nombre de contact est plus faible avec 647 « minutes positives » enregistrées en altitude, cependant, cette activité est pratiquement identique à celle enregistrée en 2023.</p> <p>La Pipistrelle commune est faiblement présente. Elle représente 296 des « minutes positives » obtenues.</p> <p>Le groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius est peu représenté avec 140 « minutes positives » enregistrées en altitude.</p> <p>La Sérotine commune représente seulement 24 « minutes positives » sur 2024 et n'avait pas été contactée avec certitude en 2023.</p> <p>Le Grand Murin n'a pas été contacté en 2024.</p>

■ **En 2023 :**

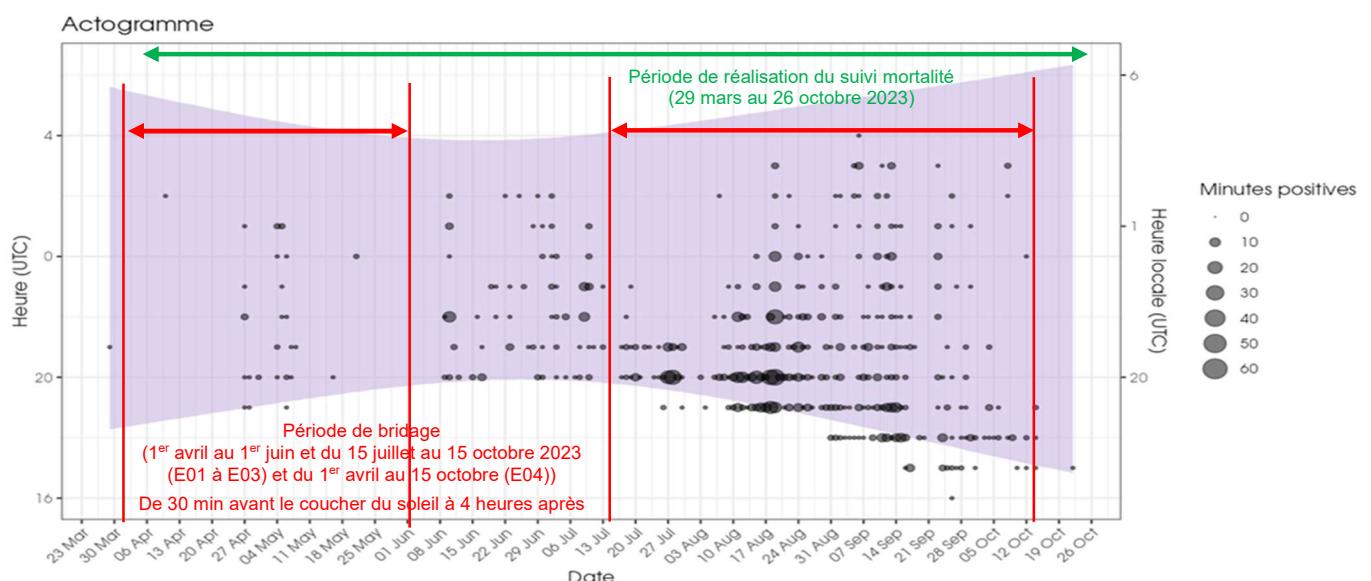


Figure 19 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E03 du parc des Champarts en 2023

Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit.

■ **En 2024 :**

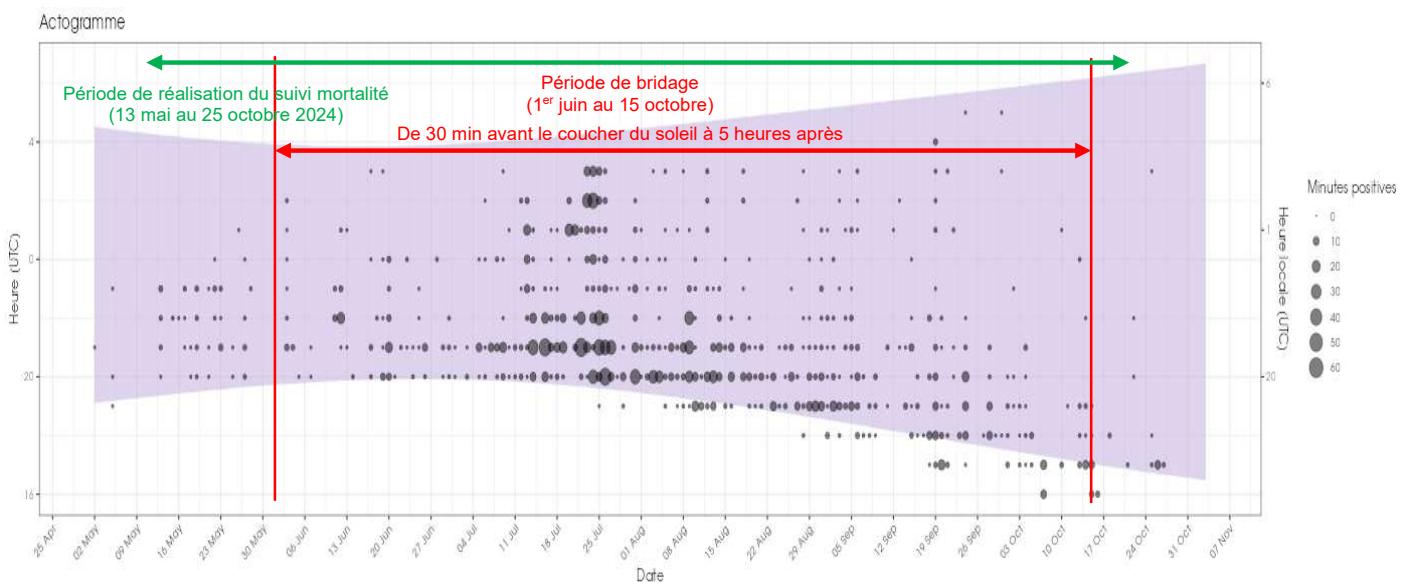


Figure 20 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E03 du parc des Champarts en 2024

Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit.

La comparaison des enregistrements et des niveaux d'activité entre les deux années montre une augmentation du nombre de contacts entre 2023 et 2024, avec un nombre de minutes positives ayant doublé. Le pic d'activité s'est déplacé et survient plus tôt en 2024 (fin juillet) par rapport à 2023 (fin août). Les différences varient selon les espèces :

- Pour la Noctule de Leisler, on observe que le nombre de minutes positives a pratiquement triplé entre 2023 et 2024. De plus, l'activité de l'espèce est au maximum sur la deuxième partie du mois de juillet, là où elle était plus classiquement représentée en août en 2023. Cela peut être le signe d'une population locale sédentaire ou alors d'une migration automnale plus précoce.
- Pour la Noctule commune, le nombre de minutes enregistrées est stable entre les deux années, et concentré classiquement en août en période de migration automnale.
- Pour la Pipistrelle commune, on observe une forte augmentation du nombre de minutes positives en 2024 par rapport à 2023 et concentré sur la période estivale, là où elle était maximale en septembre en 2023.

Globalement, l'importante variation de l'activité par rapport au suivi de 2023 peut s'expliquer par la combinaison de plusieurs paramètres, dont certains sont connus :

- La météo : le printemps 2024 a été particulièrement pluvieux, empêchant grandement les chauves-souris d'aller chasser, ce qui a mené à une plus forte activité quand la météo s'est arrangée.
- La rotation des éoliennes : sur certains parcs, il est possible que les chauves-souris profitent des arrêts des éoliennes pour voler au niveau des parcs malgré des conditions météorologiques (vent en particulier) normalement défavorables et sous sélectionnées. Cette hypothèse doit encore être testée.
- Présence ponctuelle d'une colonie à proximité : la très forte augmentation de l'activité de la Noctule de Leisler, principalement sur la fin de l'été, voit sa phénologie suggérer la présence d'une colonie à proximité de façon ponctuelle (entre le 20 et le 25 juillet), ce qui explique cet important pic d'activité au niveau de ce parc.

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

Les chapitres suivants présentent les analyses des activités notées à hauteur de nacelle (114 m) en fonction de différents paramètres météorologiques : vitesse du vent et température.

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

Pour l'analyse de l'activité en fonction des paramètres météorologiques, le nombre total de minutes positives pour lesquelles les données météorologiques sont disponibles est de $n = 2\ 863$ minutes positives sur 186 nuits de suivi, entre le 2 mai et le 4 novembre 2024.

2.2.6.1 Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 114 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mai à novembre 2024, les instruments de mesure installés sur l'éolienne E03 du parc des Champarts ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de vitesse de vent allant de 0,33 à 19,86 m/s.

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues (**= conditions utilisées**), en fonction de la vitesse du vent enregistré sur l'éolienne E03 (**= conditions disponibles**) obtenue à hauteur de nacelle 114 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.

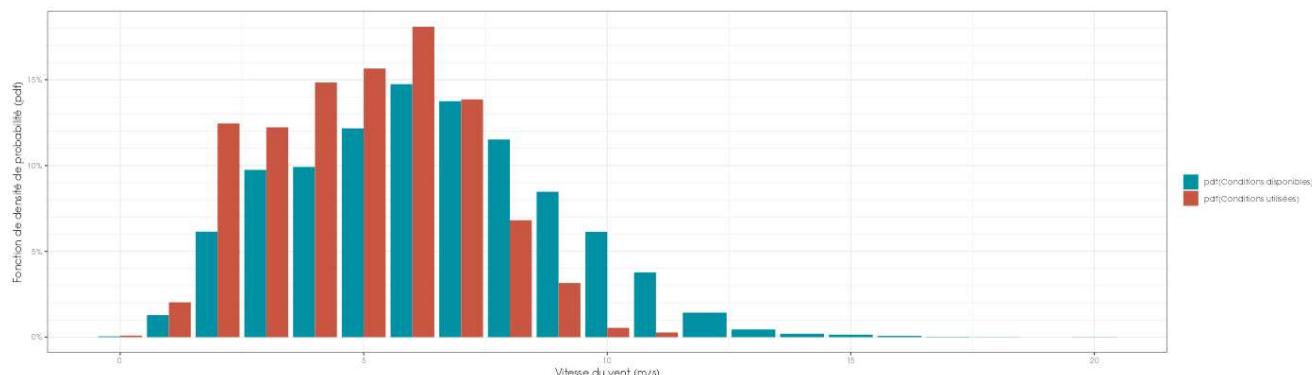


Figure 21 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts

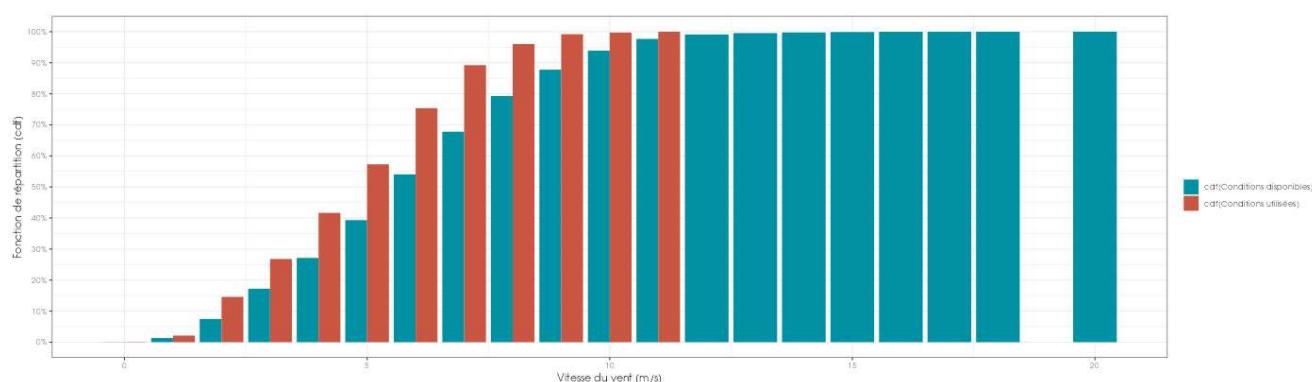


Figure 22 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 114 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 8 m/s ;
- Les chauves-souris utilisent les conditions disponibles jusqu'à 11 m/s.

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

Tableau 17 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (114 m) en fonction de la vitesse du vent

Contacts en altitude	Vitesse de vent (en m/s à 114m) 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	5,06 m/s 1 432 min. pos.	6,47 m/s 2 147 min. pos.	7,13 m/s 2 434 min. pos.	7,54 m/s 2 577 min. pos.	8,34 m/s 2 720 min. pos.	9,16 m/s 2 835 min. pos.
Période printanière (mai)	4,64 m/s 41 min. pos.	5,39 m/s 62 min. pos.	5,71 m/s 70 min. pos.	6,32 m/s 74 min. pos.	6,82 m/s 78 min. pos.	8,27 m/s 81 min. pos.
Période estivale (juin à juillet)	4,75 m/s 737 min. pos.	6,06 m/s 1 105 min. pos.	6,65 m/s 1 252 min. pos.	7,12 m/s 1 326 min. pos.	7,48 m/s 1 399 min. pos.	8,53 m/s 1 458 min. pos.
Période automnale (août à novembre)	5,62 m/s 654 min. pos.	6,99 m/s 981 min. pos.	7,68 m/s 1 112 min. pos.	8,18 m/s 1 177 min. pos.	8,66 m/s 1 243 min. pos.	9,54 m/s 1 295 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 8 m/s.

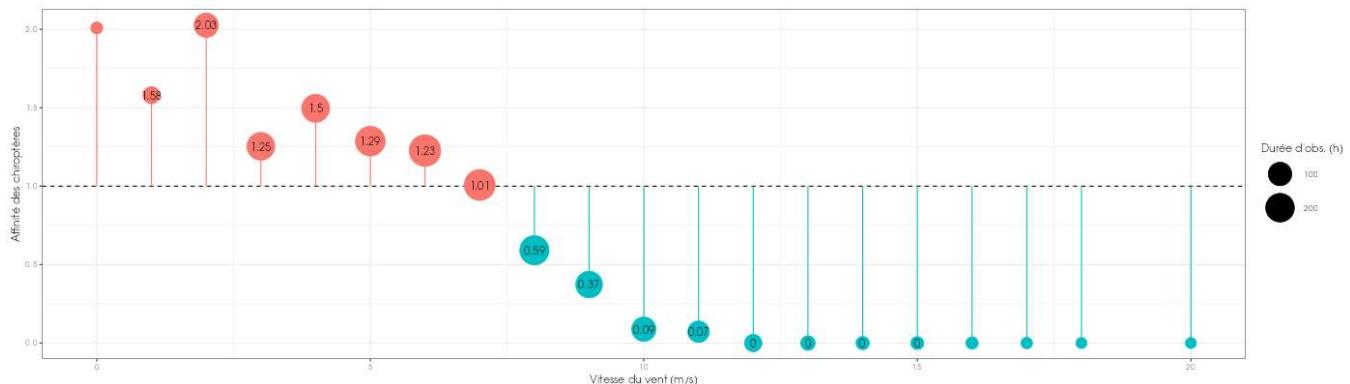


Figure 23 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la vitesse du vent (mesurée à 114 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 7,54 m/s ;
- 75% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 6,47 m/s ;
- 50% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 5,06 m/s.

2.2.6.2 Activité en fonction de la température (°C) mesurée à 114 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mai à novembre 2024, les instruments de mesure installés sur l'éolienne E03 du parc des Champarts ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de températures allant de 7,58 à 37,35°C.

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues (= conditions utilisées), en fonction de la température (= conditions disponibles) obtenue en altitude (114 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.

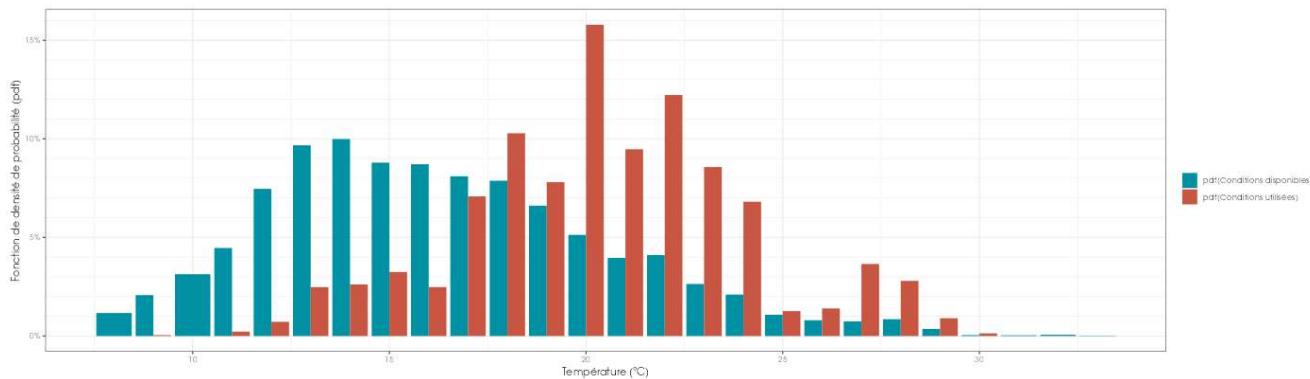


Figure 24 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts

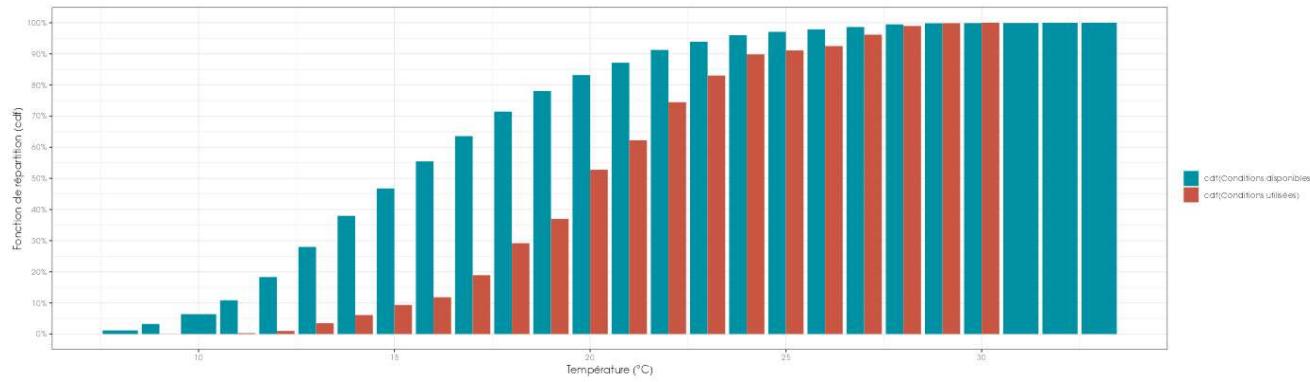


Figure 25 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 114 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la température est plus importante pour des tranches de température au-dessus de 16°C ;

Les chauves-souris utilisent globalement les conditions disponibles au-dessus de 10°C, avec quelques observations à des températures de 9°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 à une hauteur de 114 m

Contacts au-dessus de la médiane	Température (en °C à 114 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	20,34°C 1 432 min pos	18,15°C 2 147 min pos	17,24°C 2 434 min pos	16,37°C 2 577 min pos	14,43°C 2 720 min pos	12,75°C 2 834 min pos
Période printanière (mai)	14,92 °C 41 min. pos.	13,69 °C 62 min. pos.	13,32 °C 70 min. pos.	13,27 °C 74 min. pos.	12,91 °C 78 min. pos.	12,88 °C 81 min. pos.
Période estivale (juin à juillet)	20,18 °C 737 min. pos.	19,23 °C 1 105 min. pos.	17,84 °C 1 252 min. pos.	17,37 °C 1 326 min. pos.	16,8 °C 1 399 min. pos.	14,64 °C 1 458 min. pos.
Période automnale (août à novembre)	21,24 °C 654 min. pos.	17,86 °C 981 min. pos.	16,46 °C 1 112 min. pos.	15,44 °C 1 177 min. pos.	14,04 °C 1 243 min. pos.	11,82 °C 1 295 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 12°C.

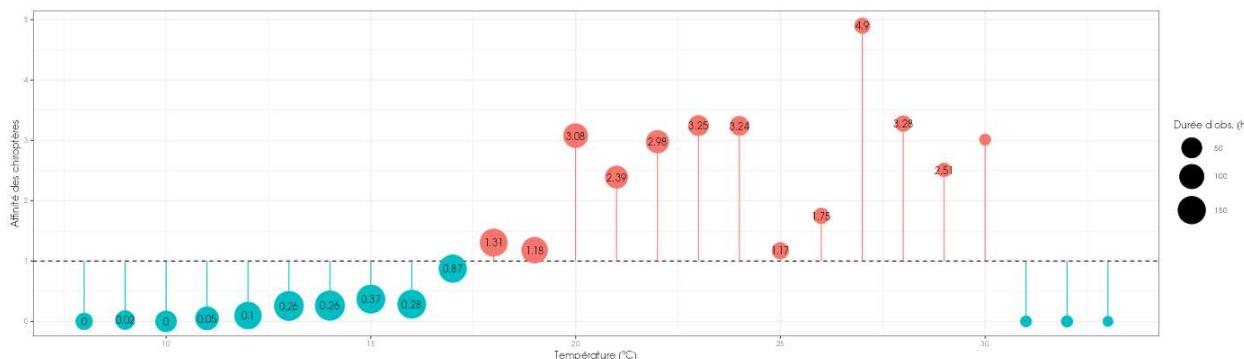


Figure 26 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (114 m)

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la température (mesurée à 114 m), permet de tirer les informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été enregistrée à des températures supérieures à 16°C ;
- 75% de l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 18°C ;
- 50% l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 20°C.

2.2.6.3 Combinaison des facteurs température et vitesse de vent

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

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

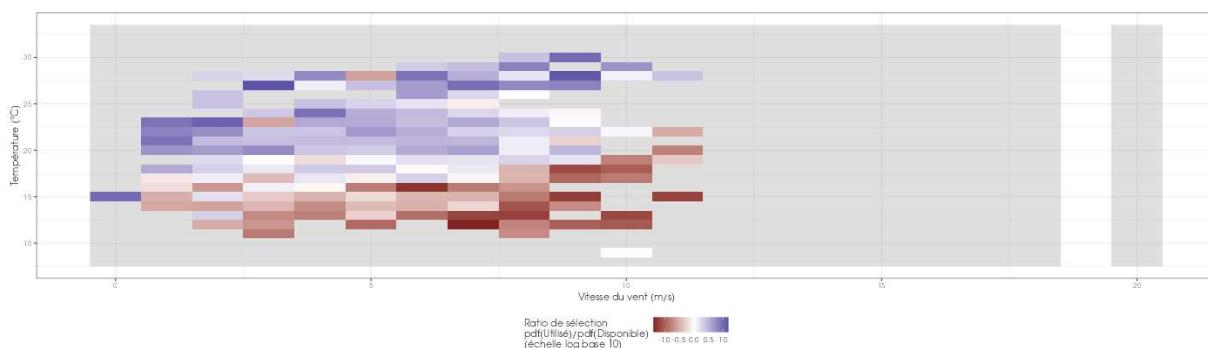


Figure 27 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 114 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris

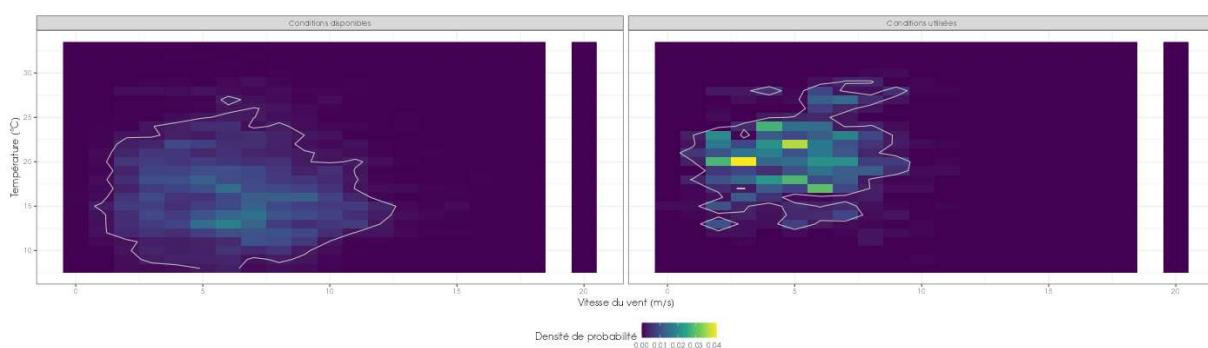


Figure 28 : Météorologie enregistrée sur les capteurs, à gauche - Conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris, à droite. L'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le parc des Champarts 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 10 et 30°C et de vitesses de vent comprises entre 0 et 9 m/s.

Les chauves-souris sélectionnent plus facilement des températures plus faibles lorsque les vitesses de vent sont plus faibles.

2.2.7 Synthèse de l'activité des chiroptères en hauteur

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

Un dispositif d'enregistrement automatique (SM4BAT) équipé d'un micro a été placé à 114 m au sein de la nacelle de l'éolienne E03 du parc éolien des Champarts dans le Loiret (45), en 2024. Il a permis d'enregistrer l'activité des chauves-souris entre le 2 mai et le 4 novembre 2024, soit durant 186 nuits.

Les enregistrements indiquent la présence de six espèces en altitude sur l'année 2024. Cela représente 24 % des 25 espèces répertoriées en région Centre-Val de Loire. Il s'agit d'une diversité moyenne considérant que les enregistrements ont été réalisés en altitude. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude.

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

Le suivi en altitude montre que :

- **La Noctule de Leisler domine le peuplement chiroptérologique** avec 36% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude. Son pic d'activité se situe sur la seconde moitié de juillet, ce qui peut indiquer une population sédentaire ou une migration précoce. Son activité est forte au printemps et très forte en été comme en automne.
- **La Noctule commune est la seconde espèce la plus présente** avec 23% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude. Elle est très peu présente au printemps et en été mais devient très abondante à partir du mois d'août. Son activité est forte au printemps et très forte en été comme en automne.

- La Pipistrelle commune est plus faiblement représentée avec 10% du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de faible à forte puis moyenne entre le printemps et l'automne, son pic d'activité se situe en été.

La phénologie observée montre une activité plus importante sur le mois de juillet correspondant à une forte activité de la Noctule de Leisler. Un second pic plus faible est présent en août et correspond à la migration des Noctules communes.

L'activité en altitude est généralement concentrée en début de nuit, généralement à partir de la deuxième heure de la nuit. En période estivale et automnale, l'activité est importante sur la première partie de nuit et diminue ensuite progressivement, ce qui caractérise l'activité des noctules.

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 7,54 m/s ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des températures supérieures à 16,37 °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, 10 cadavres ont été trouvés au sein du parc éolien des Champarts, dont 8 oiseaux (5 espèces) et 2 chauves-souris (2 espèces) entre le 13 mai 2024 et le 25 octobre 2024.

Les espèces d'oiseaux trouvées sont l'Alouette des champs (2 individus), la Buse variable (2 individus), le Bruant proyer (1 individu), le Faucon crécerelle (1 individu) et le Martinet noir (2 individus). Ces espèces ont été découvertes entre le 13 mai 2024 et le 16 septembre 2024. Les espèces d'oiseaux les plus fréquemment observées sont le Martinet noir, l'Alouette des champs et la Buse variable, avec deux cadavres chacune.

A noter qu'un individu de Hibou moyen-duc blessé a été retrouvé lors du suivi mortalité au niveau de l'éolienne E03 le 21/06/2024. Cet individu a été transporté au centre de soin du Loiret. Après diagnostic, ce rapace a subi un traumatisme crânien. Il a donc été soigné et depuis semble aller mieux. Il a été remis dans une grande volière du centre de soin mais aux dernières nouvelles n'avait pas encore été relâché.

D'une part, l'individu n'étant pas mort et d'autre part il est difficile de cibler l'origine de son état : collision avec pale d'éolienne, collision routière avec la route D97 à proximité ? Dans le doute, cet individu n'est donc pas traité dans ce rapport.

Les espèces de chauves-souris trouvées sont la Pipistrelle commune (1 individu) et la Pipistrelle pygmée (1 individu) entre le 27 mai 2024 et le 25 octobre 2024. Ce sont probablement des individus issus de colonies locales étant donnée les espèces et les dates sur lesquelles ils ont été retrouvés.

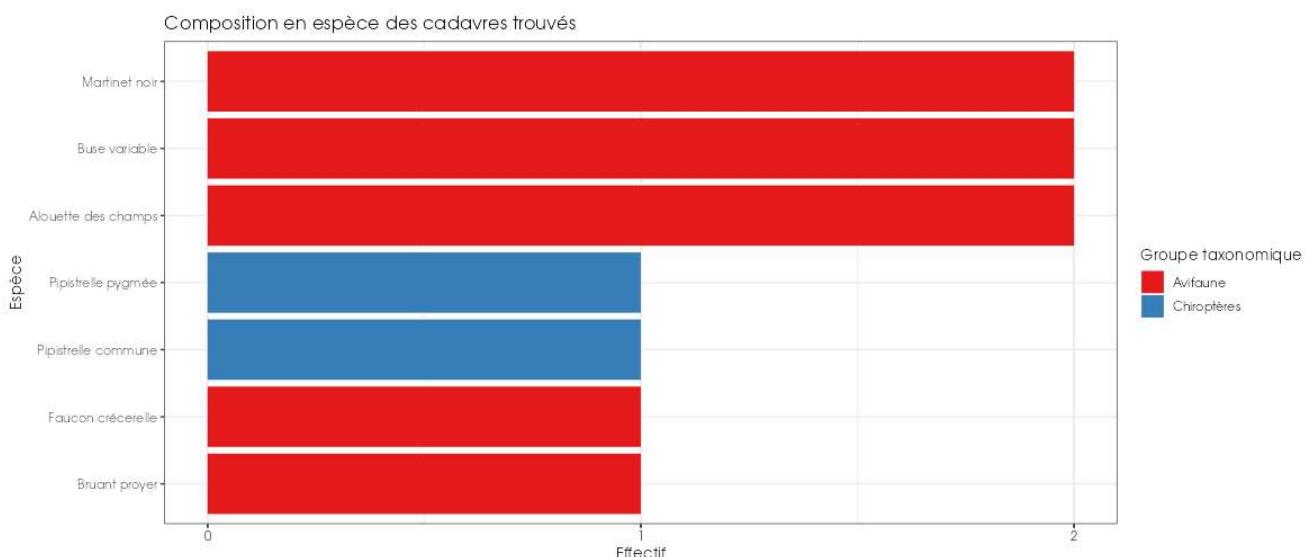


Figure 29 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien des Champarts



Pipistrelle pygmée



Buse variable



Martinet noir



Pipistrelle commune



Alouette des champs

Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. © Biotope

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les cadavres d'oiseaux ont été observés sur deux périodes : de mi-mai à fin juin (période de reproduction : Buse variable, Faucon crécerelle, Bruant proyer, Martinet noir) puis de début juillet à mi-septembre (période de dispersion suite à la période de reproduction voire début de migration postnuptiale : Alouette des champs, Buse variable). Au regard des effectifs, il ne semble pas y avoir de pic de mortalité qui se dégage sur la période de suivi. On observe toutefois une concentration des observations sur la période de reproduction (5 des 8 cadavres découverts) (Figure 30) ;
- Les cadavres de chiroptères ont été retrouvés de manière très ponctuelle sur la période allant de fin mai à fin octobre, sans pic de découverte. Il s'agit pour l'un des cadavre de la période de sortie de gîte (migration de printemps) et pour l'autre de la période de migration automnale.

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.

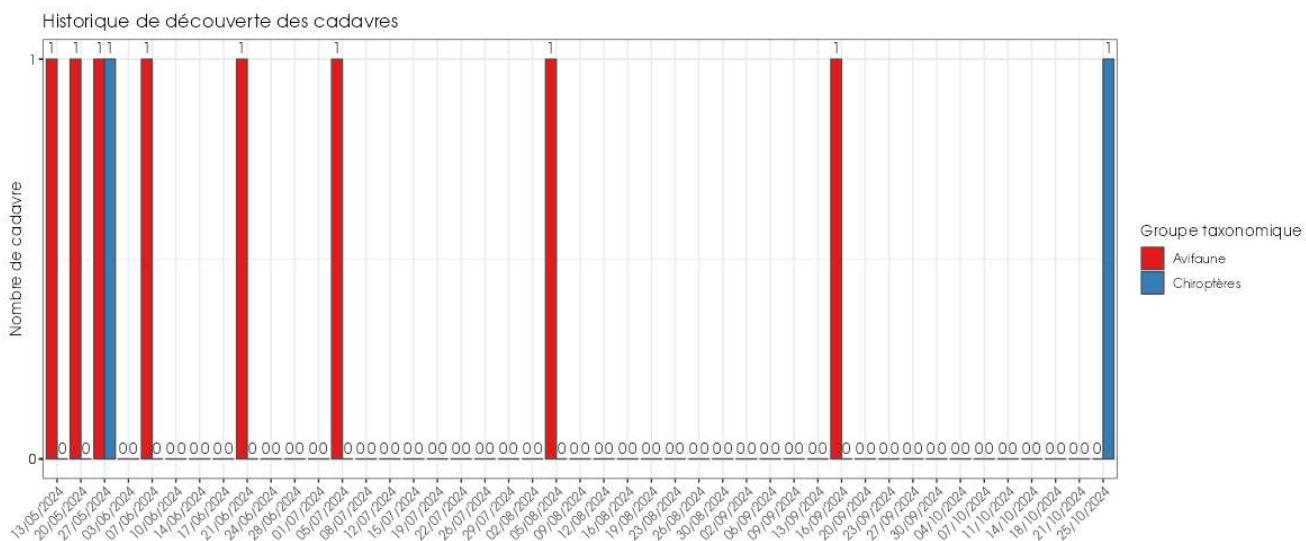


Figure 30 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien des Champarts

2.3.1.1 Suivi par éolienne

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous 3 des 4 éoliennes et cela de manière très hétérogène. Pour l'avifaune, il n'a pas été observé de mortalité sur l'éolienne E02. L'éolienne E04 montre le nombre de découvertes de cadavres le plus important avec 4 oiseaux et 1 chiroptère.

Pour les chiroptères, il n'a pas été observé de mortalité sur les éoliennes E02 et E03. Seule une découverte a été réalisée au niveau des éoliennes E01 et E04.

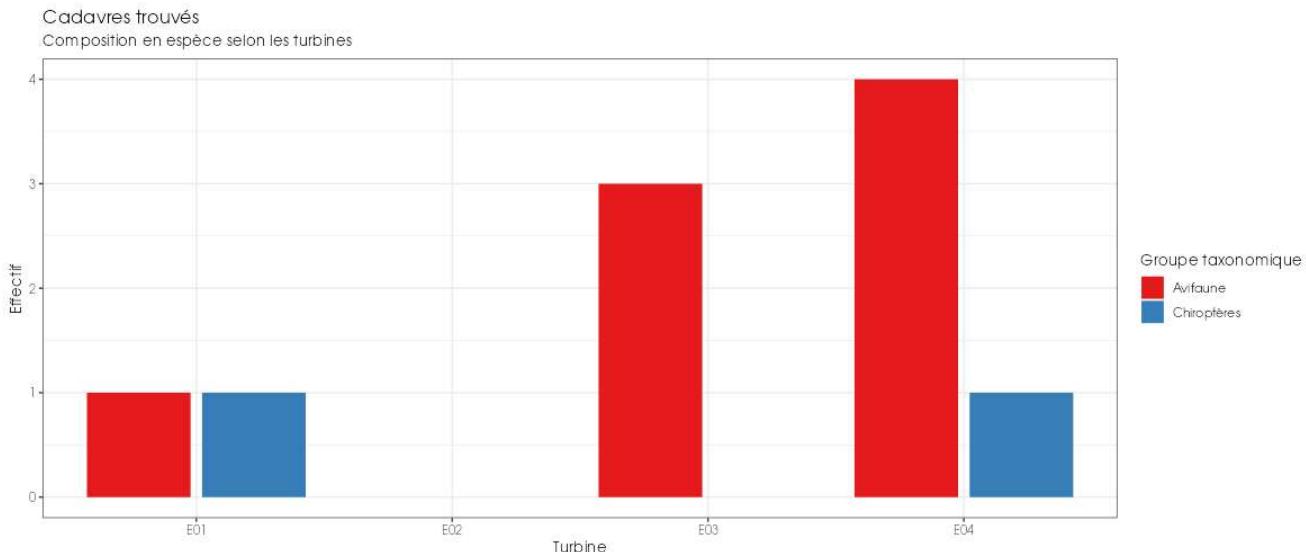


Figure 31 : Nombre de cadavres découverts par éolienne

Trois des quatre éoliennes (E01, E03 et E04) présentent des cas de mortalité pour l'avifaune et seules E01 et E04 en présentent pour les chiroptères. Les mortalités brutes recensées varient fortement entre les éoliennes, comprises entre 0 et 5 cadavres par éolienne et par groupe faunistique. La majorité des cadavres appartient au groupe des oiseaux (8 individus). Les éoliennes E03 et E04 (dans une moindre mesure) semblent avoir un impact plus marqué que les autres machines sur la base des résultats bruts.

2.3.1.2 Répartition spatiale des observations

Les observations ont été réalisées majoritairement au-delà des 40 mètres de l'éolienne, uniquement trois cadavres ont été trouvés avant cette distance (10, 11 et 23 mètres). L'individu retrouvé le plus loin d'une éolienne est un Martinet noir observé à 65 m.

Les deux chiroptères ont été retrouvés à 11 et 61 mètres de l'éolienne. Notons également que les découvertes ont été plus fréquemment réalisées à l'est des éoliennes.

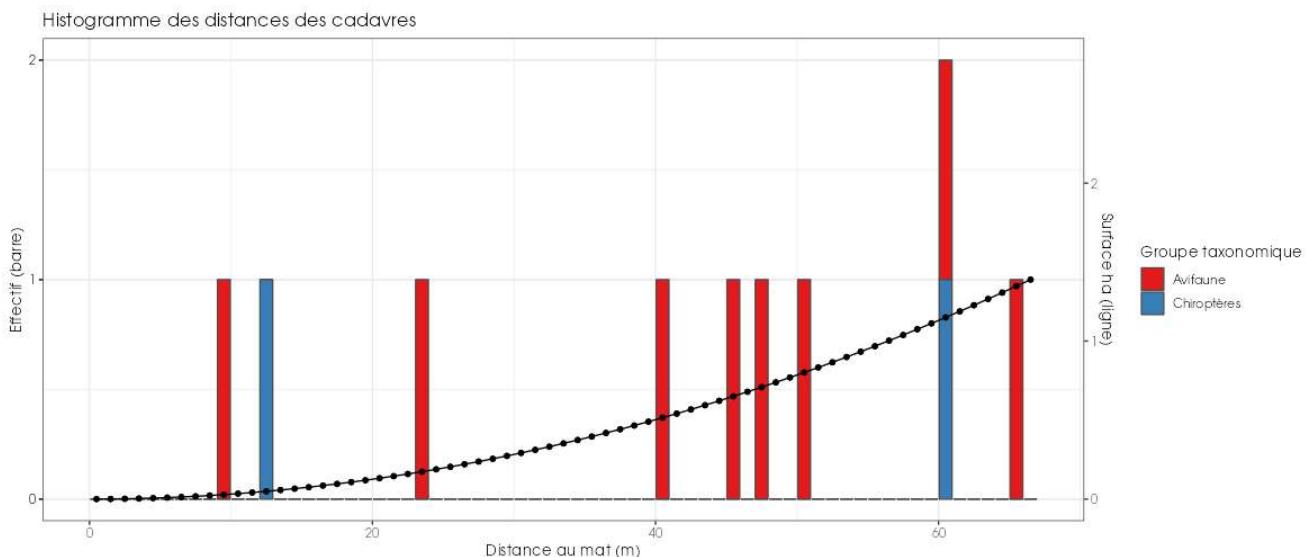


Figure 32 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc des Champarts. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne

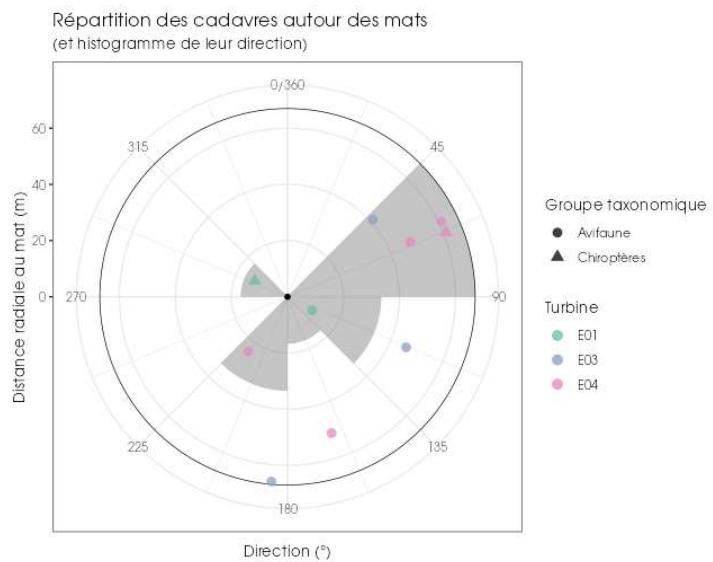


Figure 33 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation. Le cercle noir correspond au rayon de prospection maximale de la zone échantillonnée

2.3.1.3 Description des oiseaux retrouvés

8 individus répartis au sein de 5 espèces ont été retrouvés et identifiés sous les éoliennes du parc des Champarts : l'**Alouette des champs** (2 individus), la **Buse variable** (2 individus) le **Bruant proyer** (1 individu), le **Faucon crécerelle** (1 individu) et le **Martinet noir** (2 individus).

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

On constate que le Faucon crécerelle, l'Alouette des champs, la Buse variable, le Bruant proyer et le Martinet noir 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 9 espèces les plus découvertes en Métropole.

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, l'Alouette des champs, le Martinet noir, la Buse variable 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 quatre des six espèces les plus touchées en France d'après la base de Tobias Dürr. Le Bruant proyer se situe aux 13^{ème} rang européen (espèces principalement observées en Allemagne) et peu commune pour la France (16^{ème} rang).

On notera enfin qu'en région Centre-Val de Loire, la DREAL a élaboré un outil interactif accessible à tous, permettant de disposer d'une synthèse des données recueillies sur la mortalité des oiseaux et des chauves-souris dans les parcs éoliens de la région Centre-Val de Loire, avec des restitutions géographiques et sous forme de graphiques (mortalité par espèce, par mois, etc.). L'outil conçu n'a pas l'ambition d'analyser de manière fine les causes de mortalité (paysage périphérique au parc, modèle d'éolienne, etc.), ni de comparer les parcs entre eux. Il est important de rappeler ici que les restitutions présentées sont réalisées sur la base des données de mortalité brute, c'est-à-dire celle constatée sur le terrain lors des prospections et non celle estimée à l'échelle de chaque parc et sur une année complète. La mortalité brute correspond au nombre de cadavres effectivement récoltés au pied des éoliennes et dont la mortalité est attribuable aux aérogénérateurs, sur la période de prospection propre à chaque suivi. Les données de mortalité brute ne peuvent être comparées d'un parc à l'autre, car elles dépendent du nombre d'années de suivis, des périodes de prospections, du nombre de passages, du taux de prédation des cadavres, du nombre d'éoliennes suivies... Cette base de données publiée le 23/03/2023 puis mise à jour le 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 Martinet noir est la 2^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 10,08 % 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 ;
- La Buse variable est la 6^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 5,7 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- L'Alouette des champs est la 8^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 4,3 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- Le Bruant proyer est la 10^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 3,27 % des cadavres d'oiseaux retrouvés.

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

Par ailleurs, la base de données concernant l'avifaune mise à disposition par Tobias Dürr se base sur des observations transmises de manière volontaire. Elle permet, comme celle de Biotope, de comparer la mortalité observée sur le parc des Champarts 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 pour des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotope	Rang Régional	A	BE	D	E	NL	PT	Rang Les Champarts
Alouette des champs	7 (517)	6 (215)	5 (76)	8 (46)	5 (23)	/	10 (125)	10 (89)	20 (2)	2 (44)	1 (2)
Bruant proyer	12 (383)	15 (71)	9 (28)	10 (35)	/	/	23 (39)	3 (252)	/	5 (21)	2 (1)
Buse variable	2 (1 189)	4 (314)	4 (78)	6 (61)	6 (15)	18 (3)	1 (772)	26 (31)	5 (30)	8 (13)	1 (2)
Faucon crécerelle	3 (867)	3 (347)	2 (105)	4 (79)	3 (28)	14 (7)	8 (155)	2 (273)	10 (14)	3 (39)	2 (1)
Martinet noir	6 (728)	1 (433)	1 (110)	2 (108)	7 (14)	17 (4)	7 (170)	13 (75)	17 (5)	7 (18)	1 (2)

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

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2020, on constate que l'ensemble des espèces trouvées lors du suivi mortalité ont été observées lors des inventaires réalisés et traités dans cette étude d'impact.

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 des Champarts à l'échelle régionale, française et européenne.

Aucune espèce n'est inscrite à l'Annexe I de la Directive Oiseaux. L'Alouette des champs et le Bruant proyer ont un statut « quasi menacé » en région Centre-Val de Loire.

Tableau 20 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien des Champarts

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)
Alouette des champs	-	Annexe II	LC	NT	NT	MC
Buse variable	Article 3	-	LC	LC	LC	MC
Bruant proyer	Article 3	-	LC	LC	NT	MC
Faucon crécerelle	Article 3	-	LC	NT	LC	MC
Martinet noir	Article 3	-	NT	NT	LC	MC

Légende :

Protection nationale

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

Directive Oiseaux

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

Listes rouges

- Birdlife International (2021) European Red List of Birds. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine (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.

2.3.1.1 Description des chauves-souris retrouvées

2 individus répartis au sein de 2 espèces ont été retrouvés morts sur le parc des Champarts : **la Pipistrelle commune** (1 individu) et **la Pipistrelle pygmée** (1 individu).

L'ensemble des espèces touchées sont des espèces assez sédentaires. Elles s'éloignent ainsi peu de leurs domaines vitaux. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales, proches du parc éolien (quelques kilomètres).

À titre de comparaison, Biotope a mise 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 que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus fréquemment observée en France. En effet, sur les 13 espèces ou groupes d'espèces comptabilisés dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elle est de loin l'espèce la plus découverte en Métropole. La Pipistrelle pygmée est-elle moins observée mais reste assez commune en France (8^{ème} rang Français).

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

- Que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus touchée par les parcs éoliens à l'échelle européenne et à l'échelle française ;
- Que la Pipistrelle pygmée est la 6^{ème} espèce la plus impactée en Europe et en France.

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

- La Pipistrelle commune est la 1^{ère} espèce la plus impactée régionalement, soit 39,48 % des cadavres de chauves-souris retrouvés ;
- La Pipistrelle pygmée est la 7^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 0,55 % 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 des Champarts 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 pour des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotope	Rang Régional	A	BE	CR	D	ES	PT	Rang Les Champarts (effectif)
Pipistrelle commune	1 (3 401)	1 (1 931)	1 (411)	1 (298)	4 (2)	1 (30)	5 (5)	3 (802)	1 (211)	1 (323)	1 (1)
Pipistrelle pygmée	6 (494)	6 (199)	8 (9)	7 (4)	3 (4)	/	7 (1)	5 (169)	/	5 (42)	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 2020, on constate que la Pipistrelle commune a été identifiée dans ce document aussi bien au niveau des écoutes au sol qu'au niveau des écoutes en altitudes. La Pipistrelle pygmée n'a en revanche pas été contactée.

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

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

2.3.1.1.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 22 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le parc des Champarts à l'échelle de la France et de l'Europe. Les espèces contactées sont strictement protégées en France et dans l'Union Européenne. La Pipistrelle commune est par ailleurs considérée comme patrimoniale en France car quasi menacée.

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

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

Légende :

Protection nationale :

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

Directive Habitats :

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

Listes rouges Europe, France et Centre val de Loire

- Liste rouge européenne des espèces menacées (IUCN, 2012)
- Liste rouge des espèces menacées en France, Mammifères de France métropolitaine (IUCN France & MNHN, 2017)
- Liste rouge des chauves-souris de la région Centre-Val de Loire (2012) : DD : Données insuffisantes, LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable

2.3.1.1 Evaluation de tendance à travers les quantiles de mortalité brute

Référentiel 'mortalité brute'

Répartition statistique empirique du nombre de cadavres découverts sur 104 parcs éoliens lors de 158 suivis conformes au protocole national effectués entre 2019 et 2023

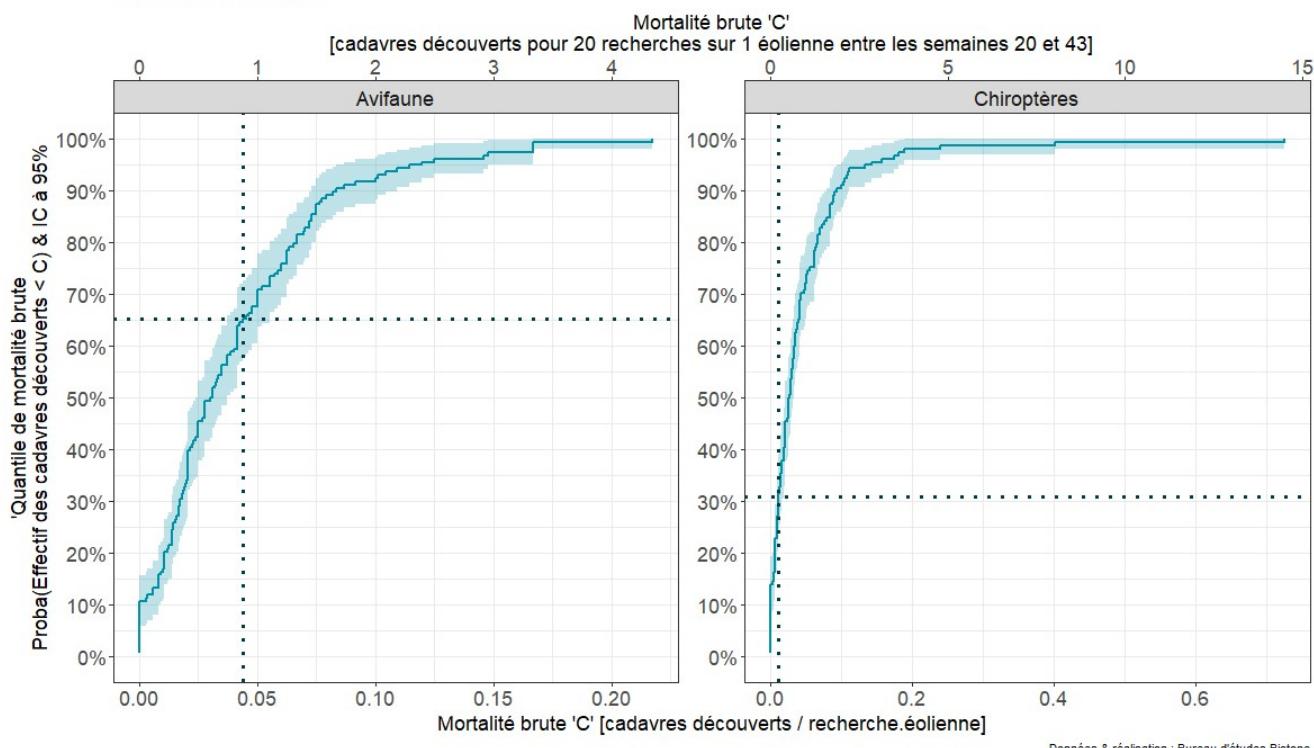


Figure 34 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute du parc des Champarts à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2023)

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 des Champarts, il a été observé un total de 8 cadavres d'oiseaux et 2 cadavres de chiroptères. Pendant le suivi, 4 éoliennes ont été suivies durant 45 passages. Cela conduit à une mortalité brute 'C' de 0,044 cadavres par recherche-éolienne pour les oiseaux et de 0,011 cadavres par recherche-éolienne pour les chiroptères.

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité brute de 65% pour les oiseaux et de 31% pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité brute du parc des Champarts est parmi les 69 % les plus élevés du référentiel pour les chiroptères, contre 35 % pour les oiseaux.

Il est important de noter que ces valeurs ne constituent qu'une alerte sur un potentiel risque de signification, 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 notamment pour l'avifaune ; pour les chiroptères en revanche, nous sommes au-dessus de la moyenne. 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 des Champarts 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 35 et Figure 36). Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les capacités de l'observateur à détecter les cadavres (Domínguez del Valle et al., 2020). Les milieux herbacés hauts ($> 30/40$ cm) et denses sont incompatibles avec les suivis. Ainsi, dès lors que la végétation correspondait à ce type d'occupation du sol, l'efficacité de recherche a été considérée comme nulle et les parcelles non prospectées.

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

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 quatre éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éolienne et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi (45 passages)

Milieux	E01	E02	E03	E04	Total
Céréales	33,59%	-	-	-	8,40%
Chaume	3,73%	-	-	11,04%	3,69%
Déchaume	24,26%	-	1,76%	15,82%	10,46%
Friche	-	-	1,20%	5,07%	1,57%
Légumineuses	-	-	75,87%	-	18,97%
Maïs	-	79,65%	-	-	19,91%
Pavot	-	-	-	33,12%	8,28%
Plateforme	16,03%	16,65%	20,72%	20,88%	18,57%
Semis	16,79%	3,70%	-	-	5,12%
Sol nu	5,60%	-	0,45%	14,07%	5,03%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Occupation du sol des turbines selon la date

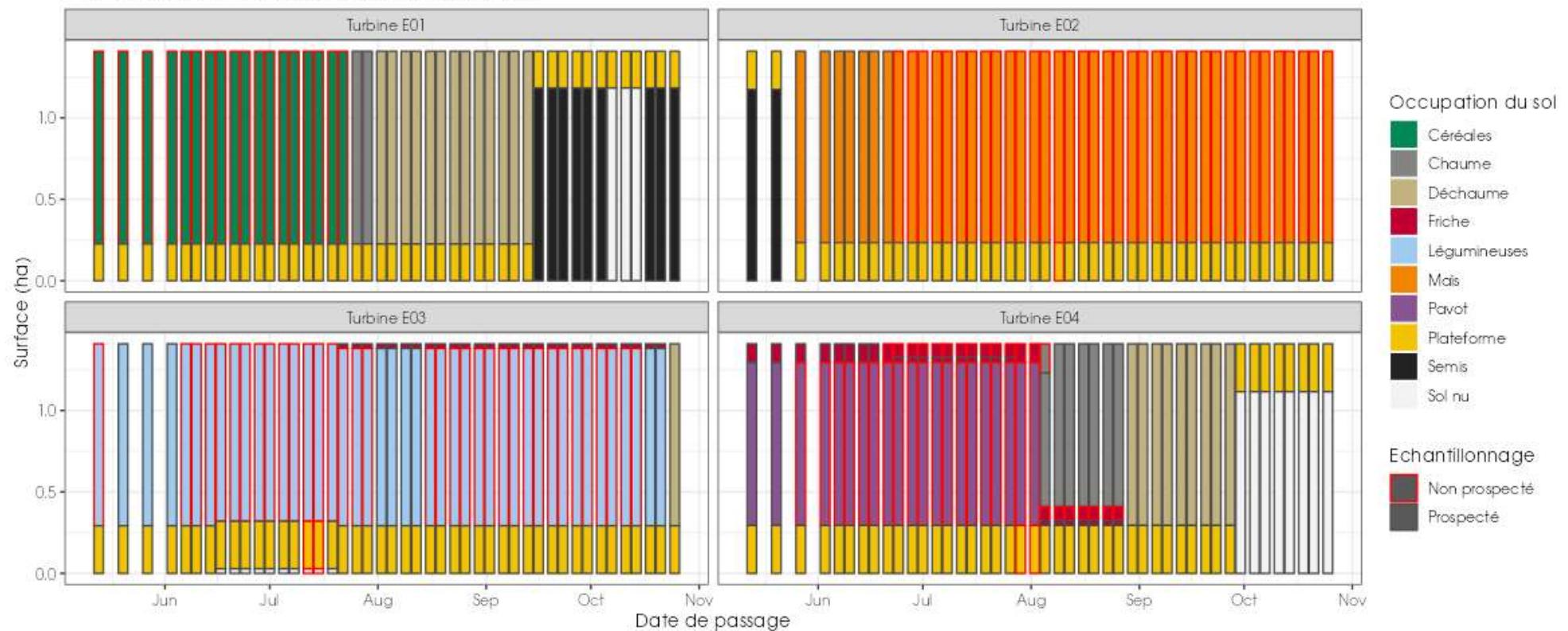


Figure 35 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

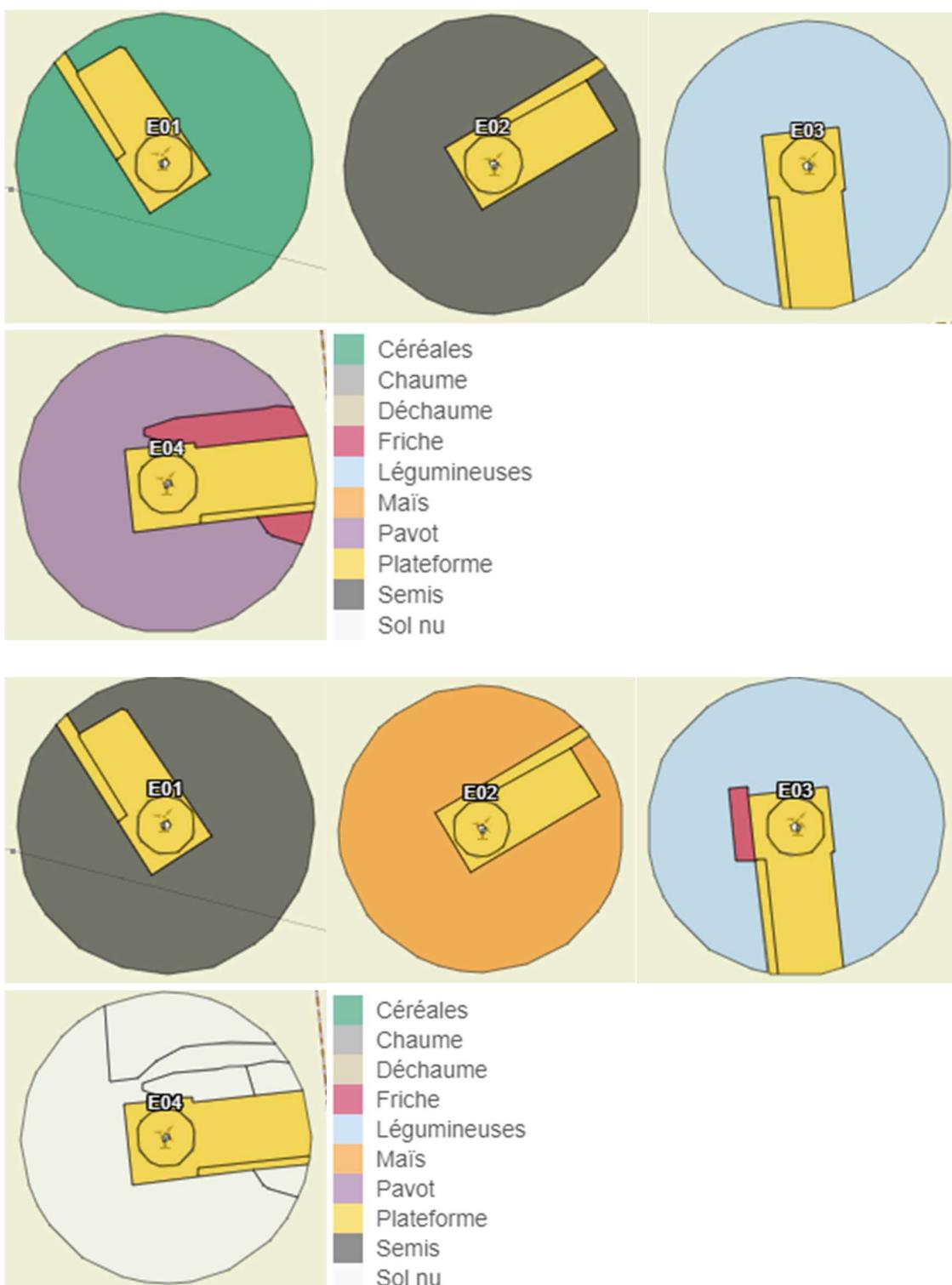


Figure 36 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04 (de gauche à droite et de haut en bas) le 13 mai 2024 (premier passage en haut) et le 18 octobre 2024 (passage 43)

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. Si l'on prend par exemple l'éolienne E02, on observe que la culture de maïs n'est plus prospectable à partir de la fin juin ; seule la plateforme l'est. Il en est de-même pour l'éolienne E03 avec la présence de légumineuses tantôt prospectables car coupées tantôt non prospectable car le couvert est trop haut.

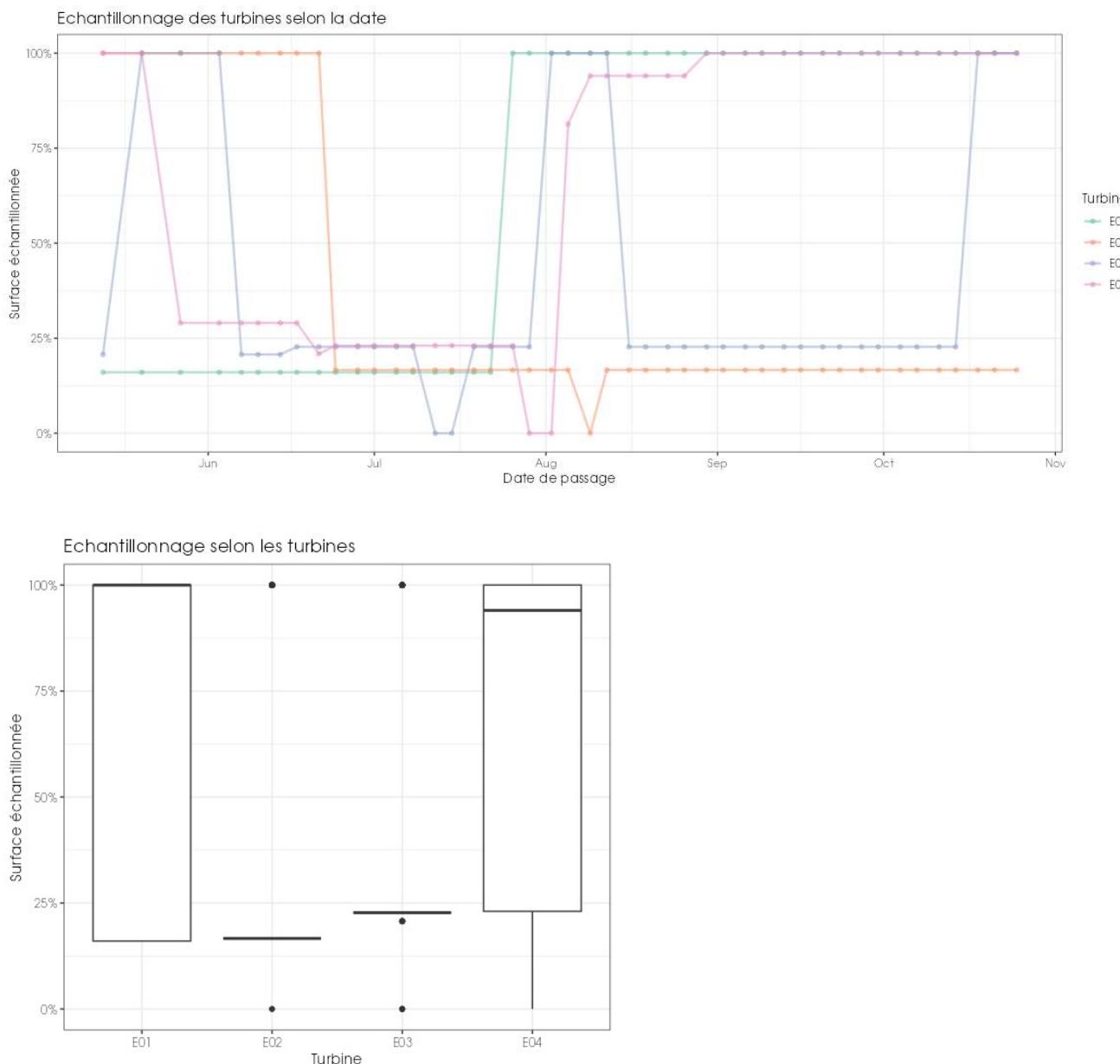


Figure 37 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. En haut évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, en bas synthèse (boîte à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1^{er} quartile, médiane en gras, 3^{ème} quartile, maximum)

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 très faibles (allant de 0,36 à 0,63). 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 45 passages

	E01	E02	E03	E04
Quantile 2.5%	0,16	0,17	0,02	0,02
Premier quartile	0,16	0,17	0,23	0,23
Moyenne	0,66	0,33	0,39	0,66
Moyenne pondérée	0,63	0,36	0,43	0,63
Médiane	1,00	0,17	0,23	0,94
Troisième quartile	1,00	0,17	0,23	1,00
Quantile 97.5%	1,00	1,00	1,00	1,00

2.3.2.3.1. Coefficient de persistance (s)

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

À la suite des tests de persistance et aux analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu un modèle prenant en compte la persistance globale du parc (AIC weight = 0,62) « **Persistance~1** » en utilisant une famille de distribution « lognormal ». Cela veut dire que la durée de persistance est identique quelque soit l'éolienne (aucun effet observé à partir des données).

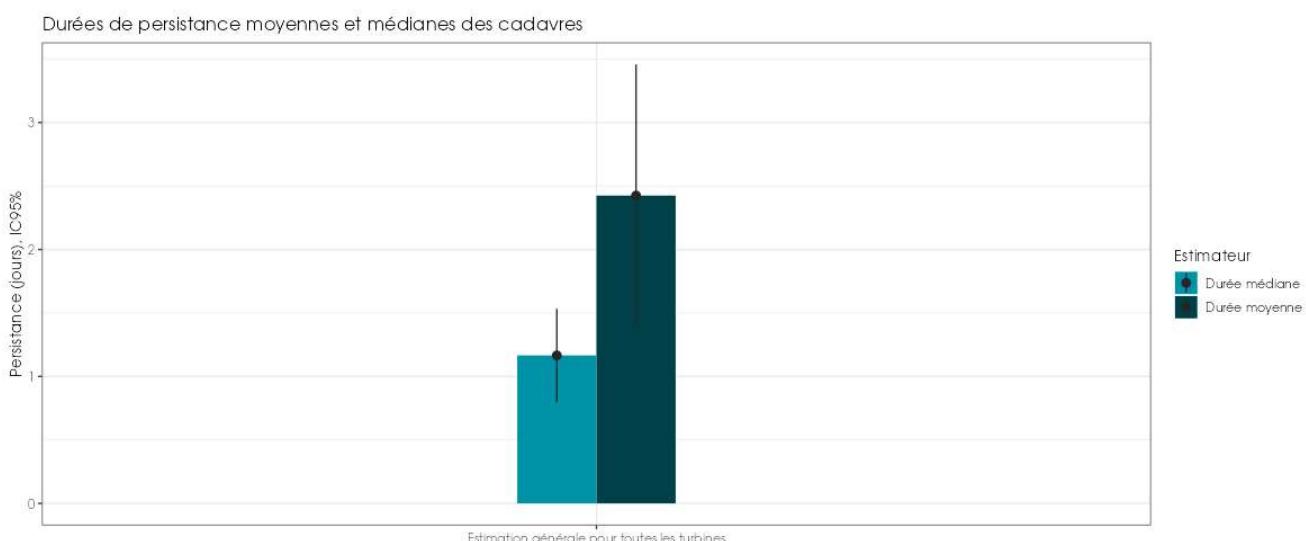


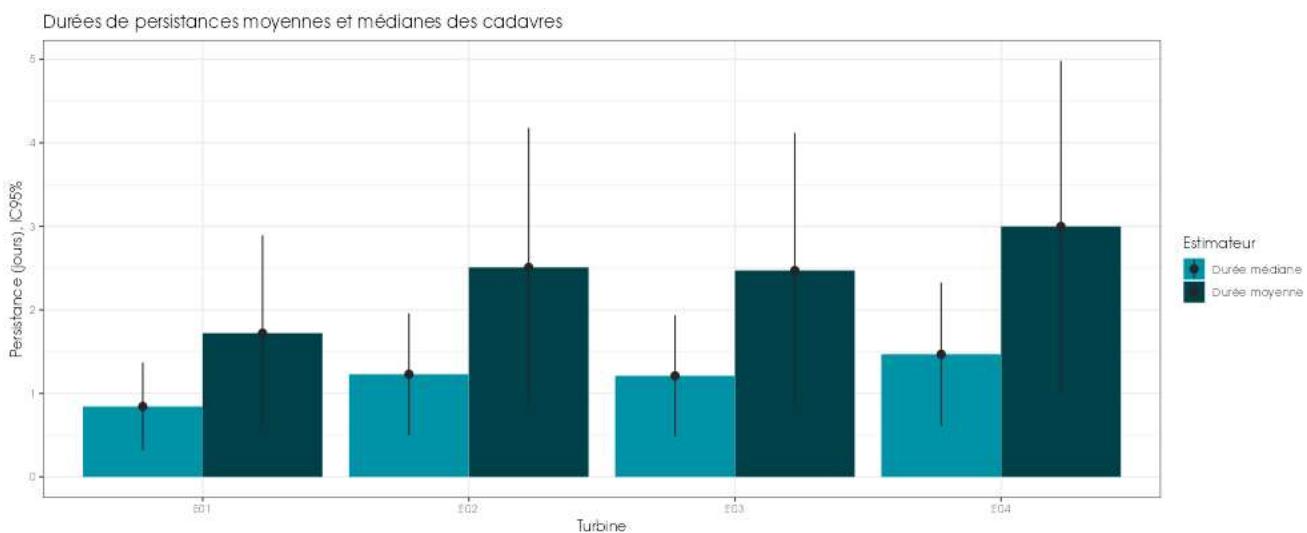
Figure 38 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation

Nous pouvons constater que les éoliennes sur l'ensemble du parc ont une durée de persistance 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 2,4 jours, c'est-à-dire qu'un cadavre disparaît en moyenne après 2 jours. On notera également que la médiane est de 1,2 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 38).

Tableau 25 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance pour chacune des quatre éoliennes. 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 2023-2024	
Persistance moyenne (en jours)	2,4
Intervalle de confiance à 95%	[1,39 ; 3,46]

A titre d'information, ci-dessous les résultats obtenus si nous avions choisi un modèle incluant une variable entre les différentes éoliennes. On constate que les éoliennes sont relativement similaires entre elles d'où le choix fait ci-dessus.



2.3.2.3.2. Coefficient d'efficacité de recherche (f)

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

À la suite des tests d'efficacité de recherche, nous avons sélectionné le modèle prenant en compte le critère occupation du sol « **Trouve ~ OCS** » ($AICc$ delta = 2,09) pour réaliser les estimations de la capacité de l'observateur à détecter les cadavres. Les modèles présentant une meilleure parcimonie (meilleure AIC) étaient soit trop compliquées (exemple : **Trouve ~ Hmoy + OCS + Recou + Hmoy:OCS + Hmoy:Recou + 1**), soit présentant des estimations à l'inverse de la réalité de terrain. On notera que pour le choix du modèle « **Trouve ~ OCS** », deux catégories d'occupation du sol non testée que sont « le Pavot » et « le Maïs » sont absentes. Nous avons donc renseigné via les résultats des tests d'efficacité du référentiel mortalité corrigé Biotope les cas de figure manquants (extrapolations) en s'appuyant sur les observations (résultats des tests) et les prédictions du modèle (estimations et interpolations). Nous avons ainsi pu déterminer les probabilités de détection pour tous les cas de figure d'occupations du sol 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 prédicts (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées à dire d'expert sont indiquées en gras

Occupation du sol	Détections prédictes	Détections observées	Type de prédition	Occupation du sol	Détections prédictes	Détections observées	Type de prédition
Chaume	0,63 [0,45 ; 0,79]	0,63 [0,47 ; 0,8]	Estimation	Semis	0,98 [0,85 ; 1]	0,98 [0,93 ; 1]	Estimation
Déchaume	0,8 [0,62 ; 0,91]	0,8 [0,63 ; 0,93]	Estimation	Sol nu	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation
Friche	0,82 [0,7 ; 0,9]	0,82 [0,72 ; 0,92]	Estimation	Pavot	0,81 [0,65 ; 0,91]	0 [0 ; 0]	Extrapolation
Légumineuses	0,8 [0,52 ; 0,94]	0,8 [0,6 ; 1]	Estimation	Maïs	0,48 [0,1 ; 0,8]	0 [0 ; 0]	Extrapolation
Plateforme	0,93 [0,83 ; 0,98]	0,93 [0,87 ; 0,98]	Estimation				

Les taux d'efficacité prédicts des zones prospectées sont très variables en fonction du recouvrement végétal. Ils sont globalement satisfaisants avec une gamme de valeurs allant de 0,48 au minimum (maïs) à 1 au maximum (sol nu) suivant les milieux prospectés.

2.3.2.4 Estimation de la mortalité

Les calculs d'estimation de mortalité ont été réalisés strictement à partir des cadavres trouvés et pour lesquels l'origine de la mort est imputable de façon certaine aux éoliennes. Par ailleurs, seules les observations réalisées à partir du 2^{ème} passage ont été prises en compte (un cadavre de Buse variable avait été découvert lors du premier passage le 13 mai 2024 au niveau de l'éolienne E04, il n'a donc pas été pris en compte pour les estimations de mortalité). En effet, les observations faites au 1^{er} passage concernent des cas de mortalité qui ne se sont pas produits pendant la période du suivi mais antérieurement à celui-ci. Ainsi, le 1^{er} passage permet d'établir un état zéro afin de garantir que toute nouvelle découverte de cadavre s'est bien produite dans l'intervalle précédent chaque passage.

La probabilité de détection $P(s,f)$ est faible de manière générale (entre 0,29 et 0,48 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique (a) est assez faible également notamment pour les éoliennes E02 et E03 dû à la non-prospection de certaines occupations du sol une grande partie de l'année (maïs, légumineuses) (entre 36% et 64% de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0,1 à 0,31, c'est à dire un facteur démultiplificateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 3,26 à 9,58. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 3 et 10 fois plus importante que celle observée suivant les éoliennes et la méthode d'estimation sélectionnée. De plus, les intervalles de confiance sont de fait plutôt importants (détection globale faible).**

Les éoliennes E02 et E03 sont les éoliennes qui ont la plus faible probabilité de détection globale. E01 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
Probabilité détection $P(s,f)$				
Huso (2010)	0,47	0,45	0,46	0,47
Erickson et al. (2000)	0,48	0,46	0,47	0,48
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,3	0,29	0,3	0,3
Coefficient correcteur de surface a				
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,64	0,36	0,43	0,64
Probabilité globale de détection a x $P(s,f)$				
Huso (2010)	0,30	0,16	0,20	0,30
Erickson et al. (2000)	0,31	0,17	0,20	0,31
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,19	0,10	0,13	0,19

2.3.2.4.1. Estimation de la mortalité pour l'avifaune

- **Éolienne E03**

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découverte de cadavres (n=3) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E03, sont comprises entre 15 et 24 individus sur une période de 165 jours de suivi. La borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% (IC95%) varie de 37 à 58 individus et la borne inférieure de 5 à 6 individus. Les 3 observations ont été réalisées sur une période assez étendue, entre le 20 mai 2024 et le 5 août 2024.

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

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	1	0	3	3	7
Huso (2010) [IC 95%]	3 [1 ; 14]	0 [0 ; 17]	16 [5 ; 38]	9 [4 ; 24]	38 [20 ; 67]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	3 [1 ; 14]	0 [0 ; 16]	15 [5 ; 37]	9 [4 ; 23]	38 [18 ; 64]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	5 [1 ; 23]	0 [0 ; 27]	24 [6 ; 58]	15 [5 ; 38]	59 [33 ; 111]

- **Ensemble du parc**

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 38 à 59 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 18 à 33 individus (borne inférieure) et entre 64 à 111 individus (borne supérieure) pour l'ensemble du parc (selon les estimateurs), ce qui correspond à une incertitude importante.

Les 7 observations ont été réalisées sur 120 jours centrés sur 2 périodes (du 20 mai au 16 septembre : période de reproduction : 2 découvertes en mai, 2 découvertes en juin ; période de dispersion suite à la période de reproduction voire début de migration postnuptiale : 1 découverte en juillet, 1 découverte en août et 1 découverte en septembre).

L'éolienne E03 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E04, E01 et E02. Les incertitudes étant relativement faible grâce notamment à la réalisation de deux passages par semaine lors d'une grande partie du suivi mortalité, cela permet de distinguer l'impact des éoliennes les unes des autres. Les éoliennes E03 et E04 semblent avoir un impact plus important que les éoliennes E01 et E02 ; leur localisation est probablement l'un des facteurs qui impacte le plus ces chiffres.

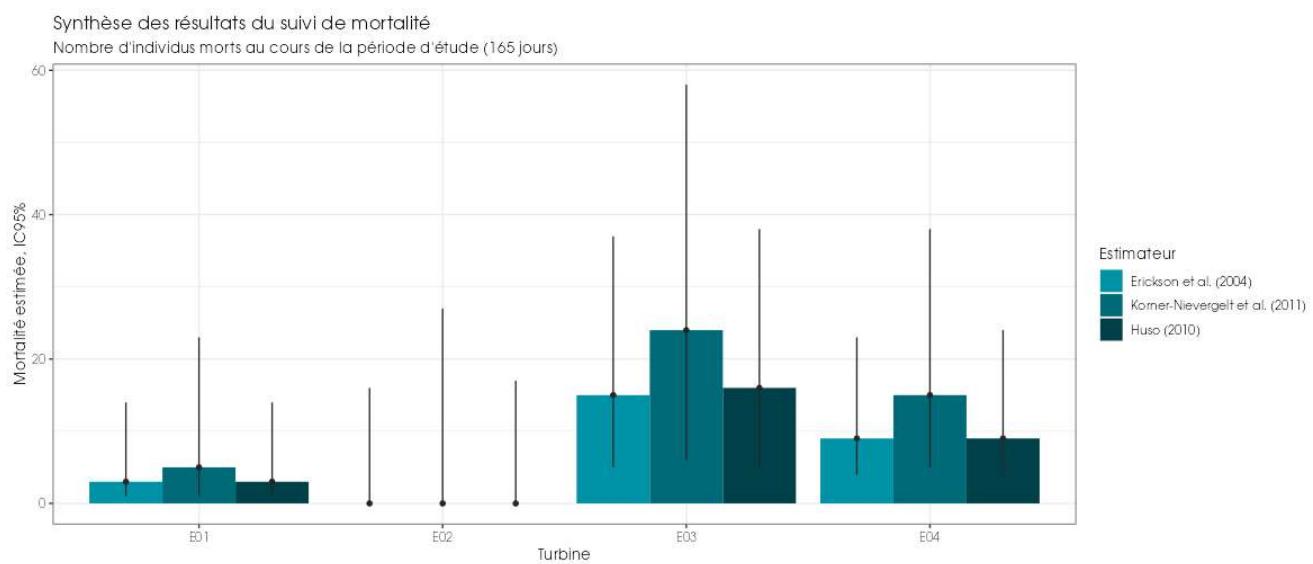


Figure 39 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien des Champarts au cours du suivi de 2024 sur 165 jours

2.3.2.4.2. Estimation de la mortalité des chiroptères

- **Éolienne E04**

C'est l'éolienne qui a la mortalité probable la plus forte (on notera que les éoliennes E04 et E01 sont relativement similaires avec notamment chacune le même nombre de découvertes de cadavres (n=1)). Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E04 sont comprises entre 3 et 5 individus sur une période de 165 jours de suivi. La borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% (IC95%) varie de 14 à 23 individus et la borne inférieure de 1 individu. La seule observation a été réalisée le 27 mai 2024.

Tableau 29 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc des Champarts sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	1	0	0	1	2
Huso (2010) [IC 95%]	3 [1 ; 14]	0 [0 ; 17]	0 [0 ; 14]	3 [1 ; 14]	17 [6 ; 39]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	3 [1 ; 14]	0 [0 ; 17]	0 [0 ; 13]	3 [1 ; 14]	15 [6 ; 38]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	4 [1 ; 22]	0 [0 ; 27]	0 [0 ; 22]	5 [1 ; 23]	24 [9 ; 64]

- **Ensemble du parc**

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est comprise entre 17 et 24 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 6 à 9 individus (borne inférieure) et de 38 à 64 individus (borne supérieure) pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

Les 2 observations ont été réalisées sur 152 jours centrés sur deux saisons (du 27 mai au 25 octobre : 1 découverte en mai et 1 découverte en octobre).

L'éolienne E04 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E01, E02 et E03. Les incertitudes étant relativement faible grâce notamment à la réalisation de deux passages par semaine lors d'une grande partie du suivi mortalité, cela permet de distinguer l'impact des éoliennes les unes des autres. Les éoliennes E01 et E04 semblent avoir un impact plus important que les éoliennes E02 et E03.

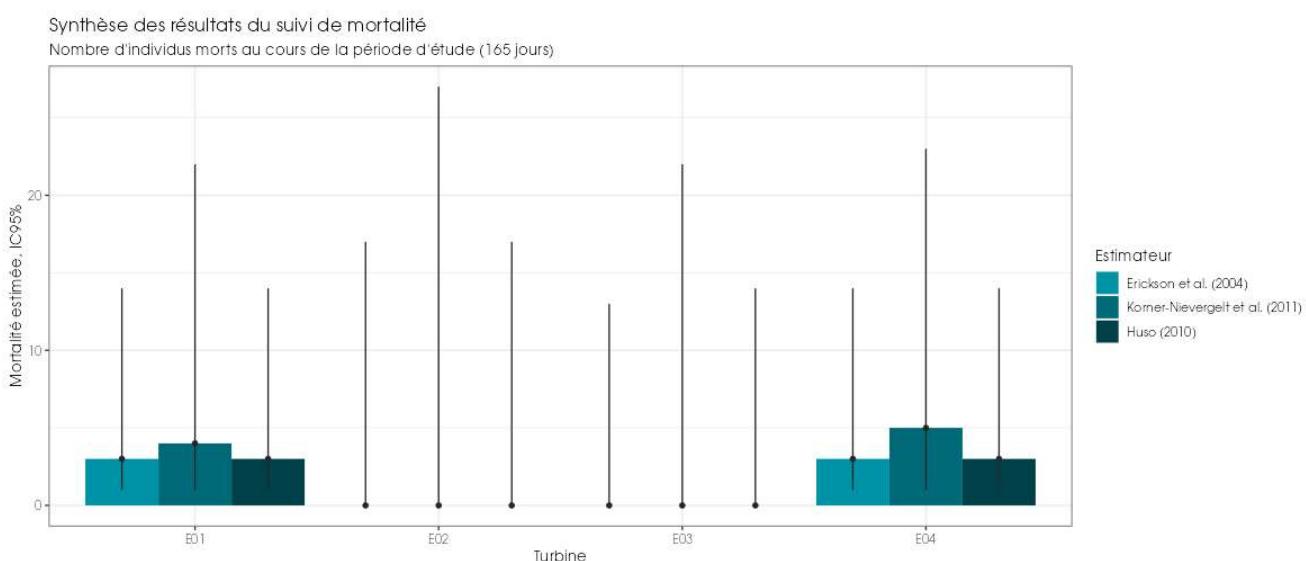


Figure 40 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien des Champarts au cours du suivi de 2024 sur 165 jours

2.3.2.5 Comparaison de la mortalité estimée sur le parc des Champarts avec le référentiel mortalité corrigée Biotope

Tableau 30 : Projection de la mortalité estimée par éolienne sur les quantiles de mortalité du référentiel mortalité Biotope

Nom de l'éolienne	Oiseaux				Chiroptères			
	E01	E02	E03	E04	E01	E02	E03	E04
Mortalité estimée M avec Huso [IC 95%]	3 [1 ; 14]	0 [0 ; 17]	16 [5 ; 38]	9 [4 ; 24]	3 [1 ; 14]	0 [0 ; 17]	0 [0 ; 14]	3 [1 ; 14]
Quantile de mortalité estimée	31 %	0 %	98,2 %	87,5 %	53,8 %	2,5 %	2,5 %	53,8 %

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 des Champarts. 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 des Champarts, entre 0 et 4 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 0 [0 ; 17] et 16 [5 ; 38] oiseaux par éolienne, et entre 0 [0 ; 14] et 3 [1 ; 14] 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 30).

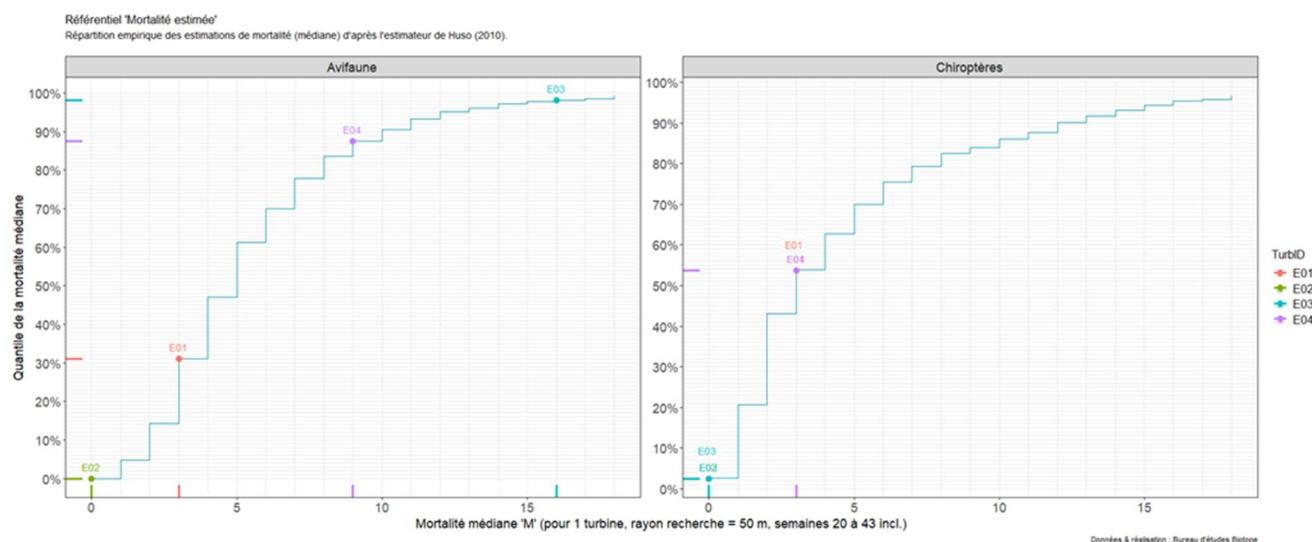


Figure 41 : Projection de la mortalité estimée par turbine issue du parc des Champarts sur la répartition empirique des estimations de mortalité du référentiel mortalité estimée de Biotope

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité estimée par éolienne compris entre 0% et 98,2% pour les oiseaux et entre 2,5% et 53,8% pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité estimée du parc des Champarts est assez hétérogène selon les éoliennes mais est toute de même parmi les plus élevés du référentiel pour les oiseaux notamment E03 et E04, et reste dans la moyenne pour les chiroptères notamment E01 et E04.

Notons que l'E04 semble particulièrement mortifère pour les deux taxons, avec un quantile de mortalité estimée de 87,5% pour les oiseaux et de 53,8% pour les chiroptères (Tableau 30).

Il est important de noter que ces valeurs ne constituent qu'une alerte sur un potentiel risque de significativité, et doivent être interprétées en conjonction avec les autres indicateurs. Cependant, il semble que le parc étudié présente une tendance à une mortalité estimée plus élevée que les autres parcs surveillés par Biotope depuis 2019 notamment au niveau de l'avifaune. 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 des Champarts sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.

2.3.3 Comparaison avec les suivis de mortalité antérieurs

2.3.3.1 Comparaison des coefficients correcteurs

Coefficient correcteur de surface (a)

Le coefficient correcteur a varié pour l'ensemble des éoliennes. Ceci est dû à une variation au niveau des occupations des sols agricoles (céréales (blé, orge), légumineuses en 2023 ; céréales, légumineuses, maïs et pavot en 2024). Mais de manière générale, le coefficient correcteur a diminué entre les deux années, cela s'explique facilement via la météo de cette année 2024 qui a repoussé les récoltes de certaines cultures. (Tableau 31).

Tableau 31 : Evolution du coefficient correcteur surfacique entre 2023 et 2024 pour le parc des Champarts

Moyenne pondérée	E01	E02	E03	E04
2023	0,65	0,55	0,61	0,74
2024	0,63	0,36	0,43	0,63

Persistance des cadavres (s)

La vitesse de disparition des cadavres a diminué entre les deux années de suivi, passant de 1,9 jours en moyenne pour le parc à 2,4 jours de persistance moyenne annuelle (à noter que la différence entre année n'est pas significative, les intervalles de confiance se croisant). Notons par ailleurs que les incertitudes autour de l'estimation sont relativement faibles quelle que soit l'année et l'éolienne (Tableau 32). Cette différence s'explique notamment par le fait que les cultures dans lesquelles ont été fait les tests cette année étaient plus denses/hautes (forte pluviométrie en 2024), ce qui rend plus difficile la détection des proies notamment pour les prédateurs volants (Buse variable, Faucon crécerelle, busards, ...).

Tableau 32 : Comparaison des estimations de la persistance moyennes par année sur le parc des Champarts

	E01	E02	E03	E04	Parc
Résultats 2023					
Données censurées par intervalle	Oui				
Famille de distribution	exponential				
Persistance moyenne (en j) & IC 95%	0,6 [0,17 ; 1,05]	3 [1,07 ; 4,92]	2,5 [0,9 ; 4,18]	1,1 [0,37 ; 1,82]	1,9 [0,75 ; 3,08]
Résultats 2024					
Données censurées par intervalle	Oui				
Famille de distribution	lognormal				
Persistance moyenne (en j) & IC 95%	1,7 [0,55 ; 2,89]	2,5 [0,84 ; 4,18]	2,47 [0,82 ; 4,12]	3 [1,01 ; 4,98]	2,4 [1,39 ; 3,46]

Efficacité de recherche (p)

De manière générale, il semble que la capacité de détection des observateurs soit restée quasiment identique entre 2023 et 2024. En effet, le taux moyen de détection au niveau du parc éolien est passé de 90 % [84 % ; 94 %] en 2023 à 87 % [82 % ; 90 %] en 2024. Cette légère baisse pourrait être attribuée aux changements des pratiques agricoles ou simplement des cultures sur l'ensemble du parc sachant qu'il s'agit du même observateur principal entre 2023 et 2024.

Tableau 33 : Résultats des estimations de la détections des cadavres pour chaque éolienne pour les deux années de suivis

	E01	E02	E03	E04	Parc
Résultats 2023					
Détection moyenne & IC 95%	0,87 [0,72 ; 0,95]	0,98 [0,86 ; 1]	0,94 [0,77 ; 0,98]	0,82 [0,68 ; 0,9]	0,9 [0,84 ; 0,94]
Résultats 2024					
Détection moyenne & IC 95%	0,82 [0,7 ; 0,89]	0,98 [0,9 ; 1]	0,84 [0,75 ; 0,92]	0,81 [0,7 ; 0,89]	0,87 [0,82 ; 0,9]

Probabilités globales de détection (\hat{g})

La probabilité globale de détection a fortement varié entre les différentes années de suivis. A l'échelle du parc, cette valeur a légèrement augmenté. Elle passe de 0,1325 en 2023 à 0,24 en 2024 soit respectivement 1 chance sur 7,5 et 1 chance sur 4,2 de trouver un cadavre sur l'ensemble de chaque suivi. L'augmentation des passages en 2024 par rapport à 2023 en est probablement la raison.

L'éolienne E01 est celle qui a connu la plus grande variation entre les années, passant d'une probabilité de détection de 5% en 2023 à 30% entre 2024 grâce notamment à une persistance moyenne plus forte en 2024 (Tableau 34).

Globalement, la probabilité globale de détection (\hat{g}) croît de manière importante entre les deux années, notamment à l'échelle du parc. Cette forte augmentation est principalement due à une meilleure durée de persistance des cadavres sur l'ensemble du parc pour l'année 2024 mais également à l'augmentation des passages lors du suivi 2024 (2 passages par semaine).

Tableau 34 : Bilan des probabilités globales de détection par année et par éolienne en utilisant l'estimateur de Huso (2010)

	E01	E02	E03	E04	Parc
Estimation de la probabilité globale de détection (selon Huso, 2010)					
2023	0,05	0,19	0,19	0,10	0,1325
2024	0,30	0,16	0,20	0,30	0,24

Comparaison de la mortalité estimée pour les oiseaux

En 2023, il y a eu 8 cas de mortalité observés pour les oiseaux sur le site entre le 29 mars 2023 et le 26 octobre 2023. La mortalité estimée la plus probable était de **98 individus (selon l'estimateur d'Huso)** sur l'ensemble du suivi et du parc avec des incertitudes (IC 95%) allant de 27 à 276 individus. L'E01 représentait l'éolienne la plus mortifère, avec une estimation la plus probable de 55 cadavres [16 ; 152] ; c'était aussi l'éolienne où le plus de cadavre a été observé lors du suivi (3 individus).

Lors du suivi le plus récent mené entre le 13 mai et le 25 octobre 2024, la mortalité estimée la plus probable est de 38 cadavres [20 ; 67] à l'échelle du parc, ce qui représente **une estimation bien plus faible** que l'année antérieure (Tableau 35 ; Figure 42). La mortalité brute est cependant identique à l'année précédente, soit 8 cadavres observés à l'échelle du parc sur la période de suivi. Cela s'explique par le fait que deux passages par semaine ont eu lieu durant l'année 2024 pour limiter au maximum le facteur prédateur à l'échelle du parc. L'éolienne la plus mortifère reste l'éolienne E04 (4 oiseaux), tout comme le suivi de l'année 2023. Il conviendra néanmoins de relativiser ces résultats, la période de suivi étant différente entre 2023 et 2024.

Tableau 35 : Mortalité brute et estimation de la mortalité la plus probable (et IC95%) des oiseaux au sein du parc des Champarts entre 2023 et 2024

	E01	E02	E03	E04	Parc
Mortalité brute observée sur le parc des Champarts entre 2023 et 2024					
2023	3	0	2	3	8
2024	1	0	3	4	8
Estimation de la mortalité la plus probable (selon l'estimateur Huso, 2010) & intervalles de confiance à 95% au sein du parc des Champarts entre 2023 et 2024					
2023	55 [16 ; 152]	0 [0 ; 14]	11 [2 ; 31]	32 [9 ; 79]	98 [27 ; 276]
2024	3 [1 ; 14]	0 [0 ; 17]	16 [5 ; 38]	9 [4 ; 24]	38 [20 ; 67]

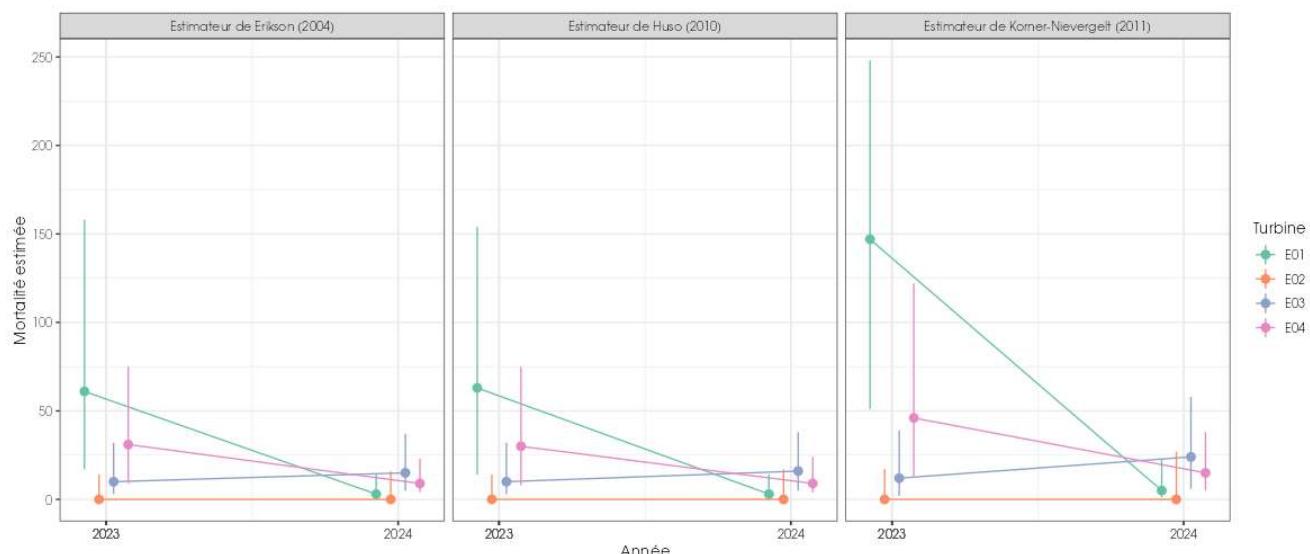


Figure 42 : Evolution de la mortalité estimée de l'avifaune selon les trois estimateurs entre chaque éolienne et les deux années de suivis

2.3.3.2 Comparaison de la mortalité estimée pour les chiroptères

En 2023, il y a eu 6 cas de mortalité observés pour les chiroptères sur le site entre le 29 mars 2023 et le 26 octobre 2023. La mortalité estimée la plus probable était de **36 individus (selon l'estimateur d'Huso)** sur l'ensemble du suivi et du parc avec des incertitudes (IC 95%) allant de 10 à 175 individus. L'E03 représente l'éolienne la plus mortifère, avec une estimation la plus probable de 16 cadavres [5 ; 40] ; c'est aussi l'éolienne où le plus de cadavre a été observé lors des suivis (3 chiroptères).

Lors du suivi le plus récent mené entre le 13 mai et le 25 octobre **2024**, la mortalité estimée la plus probable est de **17 cadavres [6 ; 39]** à l'échelle du parc, ce qui représente **une estimation beaucoup plus faible** que l'année précédente de suivi (Tableau 36). La mortalité brute est également beaucoup plus faible par rapport à l'année précédente, avec seulement 2 cadavres de chiroptères retrouvés en 2024 sous les éoliennes E01 et E04. De plus, aucune espèce menacée (notamment la Noctule commune) n'a été retrouvée lors du suivi 2024. Ces résultats peuvent s'expliquer d'une part par le fait que deux passages par semaine ont eu lieu durant l'année 2024 pour limiter au maximum le facteur prédatation à l'échelle du parc et d'autre part, le bridage du parc a été renforcé.

Tableau 36 : Mortalité brute et estimation de la mortalité la plus probable (et IC95%) des chiroptères au sein du parc des Champarts entre 2023 et 2024

	E01	E02	E03	E04	Parc
Mortalité brute observée sur le parc des Champarts entre 2023 et 2024					
2023	0	2	3	1	6
2024	1	0	0	1	2
Estimation de la mortalité la plus probable (selon l'estimateur Huso, 2010) & intervalles de confiance à 95% au sein du parc des Champarts entre 2023 et 2024					
2023	1 [0 ; 57]	9 [3 ; 30]	16 [5 ; 40]	10 [2 ; 48]	36 [10 ; 175]
2024	3 [1 ; 14]	0 [0 ; 17]	0 [0 ; 14]	3 [1 ; 14]	17 [6 ; 39]

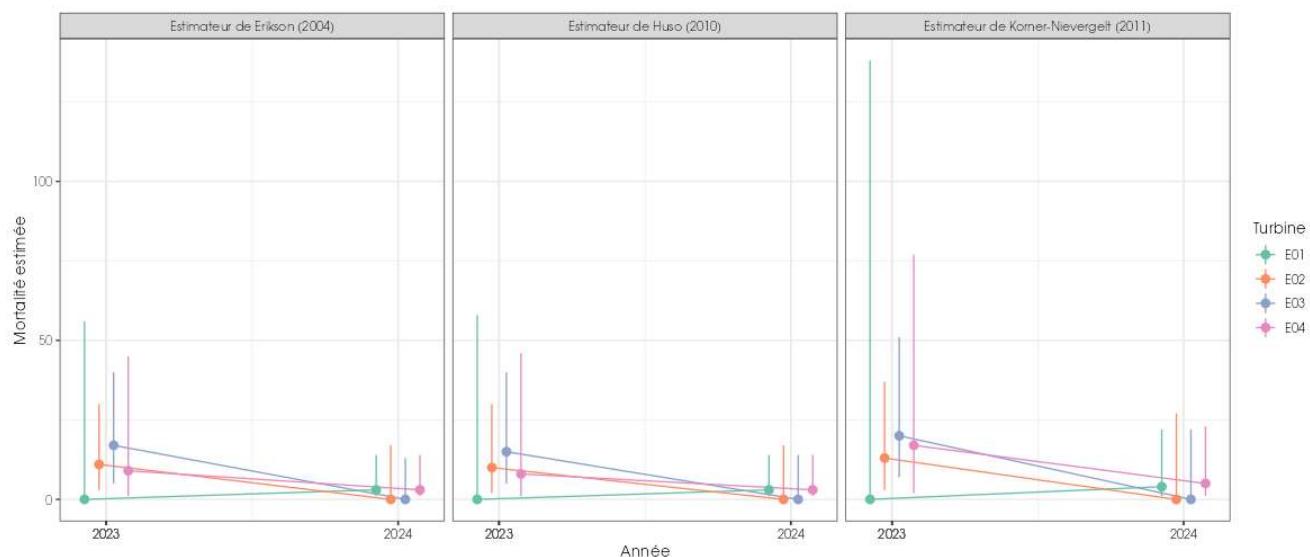


Figure 43 : Evolution de la mortalité estimée des chiroptères selon les trois estimateurs entre chaque éolienne et les deux années de suivis

2.3.4 Synthèse du suivi de mortalité

Le second suivi de mortalité mené sur le parc éolien des Champarts entre le 13 mai 2024 et le 25 octobre 2024 (4 machines) a conduit à l'observation de 10 cadavres, dont 8 oiseaux (5 espèces) et 2 cadavres de chiroptères (2 espèces).

En effet, 5 espèces d'oiseaux (l'Alouette des champs, la Buse variable, le Bruant proyer, le Faucon crécerelle et le Martinet noir), et 2 espèces de chiroptères (la Pipistrelle commune et la Pipistrelle pygmée) ont été retrouvés sous les éoliennes du parc suivi.

La majorité des individus d'oiseaux observés concernent l'Alouette des champs, la Buse variable et le Martinet noir (2 individus). La majorité des spécimens de chiroptères observés concernent la Pipistrelle commune et la Pipistrelle pygmée (1 individu). 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 (Bruant proyer) et 65 m du mât (Martinet noir) pour les oiseaux et entre 11 m (Pipistrelle pygmée) et 61 m (Pipistrelle commune) pour les chiroptères.

Le parc étant suivi depuis 2023, nous avons basé nos calculs du taux de persistance des cadavres sur l'ensemble des résultats des tests de persistance réalisés sur le site depuis 2023 (2 en 2023 et 2 en 2024), avec l'utilisation d'un total de 80 rats (40 en 2023 et 40 en 2024). Lors de ces tests, les vitesses de disparition des cadavres déposés ont été assez similaires à l'échelle du parc, avec moyenne de persistance au niveau du parc de 2,4 jours.

Des estimations de la mortalité ont été réalisées pour l'ensemble des éoliennes du parc, sur la durée du suivi (165 jours). On notera que l'augmentation de la fréquence de passage sur la période de début juin à fin octobre a permis d'affiner l'estimation de la mortalité (notamment les intervalles de confiance) sachant que les formules permettant ces estimations (Huso, Erickson, Körner) prennent en compte le paramètre « nombre de jour entre chaque passage ».

L'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de **15 à 24** cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, où les observations se concentrent sur 152 jours.

Concernant l'avifaune, l'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de **38 à 59** cas de mortalité d'oiseaux sur la période de suivi, où les observations s'étalent sur l'ensemble du suivi soit 120 jours.

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

D'après les résultats du référentiel mortalité corrigée de Biotope, la moyenne des mortalités estimées sur l'ensemble des parcs suivis 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 des Champarts sont pour la plupart **bien inférieurs**. Seules E01 et E04 font parties des 50 % des éoliennes les plus mortifères selon notre référentiel. Pour les deux autres turbines (E02 et E03), elles font parties 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 E03 et E04 sont parmi les plus mortifères de notre référentiel. En revanche, pour les éoliennes E01 et E02, les résultats des estimations pour ces deux éoliennes semblent **inférieurs**.

De plus, l'utilisation des quantiles de mortalité estimées montre que certaines éoliennes sont particulièrement mortifères pour l'avifaune en comparaison avec la « moyenne » des mortalités estimées par le référentiel mortalité Biotope. Pour rappel, l'éolienne E03 et E04 a un quantile de mortalité estimée supérieure à 87% pour l'avifaune, ce qui dénote une mortalité très importante par rapport au référentiel mortalité estimée Biotope.

Au global, E04 est l'éolienne la plus mortifère du parc pour les deux taxons avec un quantile de mortalité estimée supérieur à 98% pour les oiseaux et 53% pour les chiroptères.

Durant le suivi mortalité réalisé en 2024, dix cadavres dont 8 oiseaux (5 espèces) et 2 chauves-souris (2 espèces) ont été observés lors des 24 semaines de suivi mortalité qui s'étendait du 13 mai au 25 octobre 2024.

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024 (8 individus), il s'agit avant tout d'espèces locales (Buse variable, Faucon crécerelle, Bruant proyer, Martinet noir) ou bien migratrices/migratrices partielles (Alouette des champs, Buse variable) 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 9,5 et 14,75 oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi.** Les résultats de la mortalité brute restent « dans la moyenne » des chiffres que l'on peut trouver dans la bibliographie.

Concernant les chiroptères, 2 chauves-souris ont été retrouvées correspondant à une estimation de mortalité selon les formules entre 15 et 24 individus sur l'ensemble du parc, soit entre 3,75 et 6 chauves-souris par éolienne sur la période de suivi. Ces estimations sont dans la moyenne voire inférieures par rapport à la moyenne de la gamme des données que l'on peut retrouver dans la bibliographie (environ 10 chauves-souris/éolienne/an). 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 37 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité de 2024

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité en 2024	Analyse comparative
Oiseaux			
Alouette des champs	Enjeu « faible » en période de nidification (20 couples nicheurs) ⇒ Impact brut en phase d'exploitation négligeable en période de nidification ⇒ Impact résiduel négligeable en période de nidification	2 individus sous E04	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Buse variable	Enjeu « très faible » en période de nidification (1 individu) Enjeu « faible » en période internuptiale (22 individus) ⇒ Impact brut en phase d'exploitation très faible en période de nidification mais modéré en période internuptiale ⇒ Impact résiduel négligeable en période de nidification et en période internuptiale	1 individu sous E03 1 individu sous E04	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Bruant proyer	Enjeu « faible » en période de nidification (7 couples) Enjeu « faible » en période internuptiale (120 individus) ⇒ Impact brut en phase d'exploitation négligeable en période de nidification ⇒ Impact résiduel négligeable en période de nidification	1 individu sous E01	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Faucon crécerelle	Enjeu « faible » en période de nidification (1 individu) Enjeu « faible » en période internuptiale (12 individus) ⇒ Impact brut en phase d'exploitation très faible en période de nidification et faible en période internuptiale ⇒ Impact résiduel négligeable en période de nidification et en période internuptiale	1 individu sous E03	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Martinet noir	Enjeu « très faible » en période de nidification (10 individus en alimentation) ⇒ Impact brut en phase d'exploitation négligeable en période de nidification ⇒ Impact résiduel négligeable en période de nidification	1 individu sous E03 1 individu sous E04	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Chiroptères			
Pipistrelle commune	Enjeu « fort » / 1 806 contacts en altitude sur 239 nuits ⇒ Impact brut en phase d'exploitation faible pour E01, E02, E03 et modéré pour E04 toute l'année ⇒ Impact résiduel négligeable	1 individu sous E04	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact
Pipistrelle pygmée	⇒ Impact brut en phase d'exploitation et impact résiduel non renseignés	1 individu sous E01	Espèce non contactée lors des expertises pour l'étude d'impact

De manière générale, en dehors de la Buse variable dont le risque de collision est évalué à modéré en période internuptiale, l'étude d'impact de 2020 n'avait pas relevé de sensibilité particulière au risque de collision pour les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024 (majorité des espèces en risque « très faible » ou « négligeable »). On notera par ailleurs que l'impact résiduel pour ces espèces était évalué à négligeable. Ainsi, pour les oiseaux, l'évaluation du niveau de collision avait été sous-évalué comparativement aux observations et estimations réalisées en 2024. Parmi les espèces, il y a notamment le Faucon crécerelle dont les effectifs cumulés dans l'étude d'impact lors des inventaires sur un cycle complet étaient de 13 individus.

Pour les chiroptères, les risques de collision avaient été correctement évalués notamment un impact brut en phase d'exploitation évalué à fort en période de migration automnale et modéré en été pour l'ensemble des éoliennes. Toutefois, comparativement aux observations et estimations réalisées en 2024, on remarque tout de même que les risques de collision les plus importants, toutes espèces confondues, étaient focalisés sur l'éolienne E04 alors que les individus retrouvés en 2024 aux pieds des éoliennes se localisent au niveau des éoliennes E04 et E01.

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, comme en 2023, au niveau de l'éolienne E03 entre le 2 mai et le 4 novembre 2024. Le nombre de nuits d'enregistrement des activités de chiroptères à hauteur de nacelle est de 186 nuits. Aucun problème technique n'est à signaler. Le suivi de mortalité a permis de découvrir 2 chiroptères mais aucun au niveau de l'éolienne E03.

2.4.2.1 Comparaison de la phénologie entre suivis mortalité et acoustique

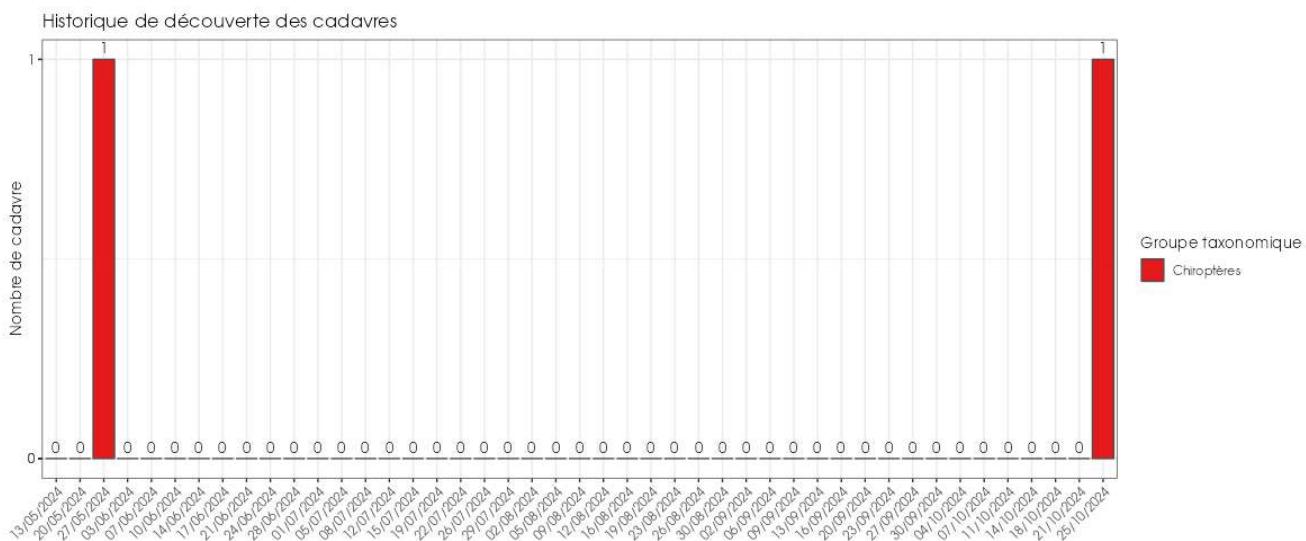


Figure 44 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc des Champarts

Le nombre global de cadavres de chiroptères découverts durant le suivi de mortalité est relativement faible (n=2). Les découvertes se sont déroulées de fin mai puis fin octobre. Aucun pic de mortalité n'a été constaté.

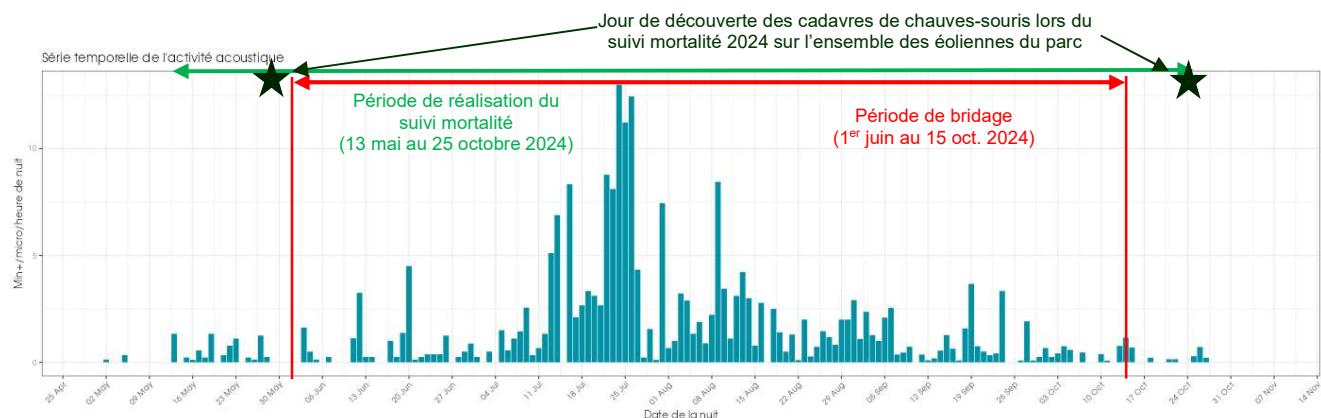


Figure 45 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E03 sur la période de réalisation du suivi mortalité

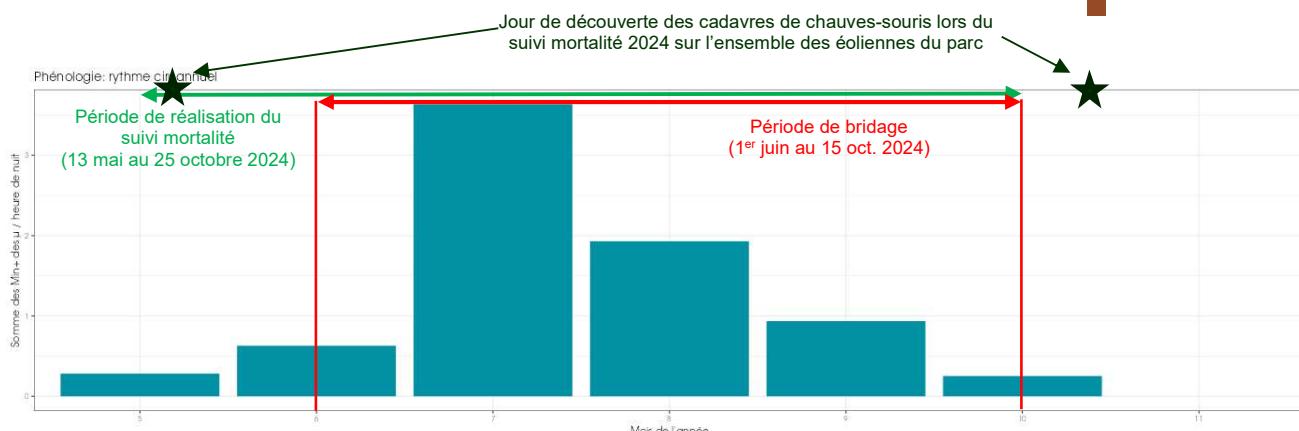


Figure 46 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E03 des Champarts sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024

En 2024, on observe une activité des chauves-souris en altitude entre mai et octobre. Cette activité est réduite en mai et juin, et augmente brutalement en juillet avec un pic maximal d'activité, avant de commencer à diminuer graduellement dès août. L'activité diminue ensuite jusqu'à la fin octobre.

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

La phénologie des découvertes de cadavres et celle de l'activité acoustique en altitude, en lien avec le bridage du parc, concordent relativement bien. En effet, aucun cadavre de chauves-souris n'a été retrouvé lors des pics d'activité durant le suivi 2024 notamment en juillet-août. En revanche, 2 cadavres ont été retrouvés en dehors de la période de bridage du parc sur des périodes de faible activité acoustique en altitude.

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



Figure 47 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien des Champarts en 2024

Pour le suivi de mortalité, les observations ont principalement concerné la Pipistrelle commune (n=1), contactée fin mai, et la Pipistrelle pygmée (n=1), observée fin octobre.

Tableau 38 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 114 m au niveau de l'éolienne E03

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	1 335	24,83%	647	22,60%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	1 960	36,45%	1 031	36,01%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	27	0,50%	24	0,84%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	1 045	19,43%	725	25,32%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	644	11,98%	296	10,34%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i> .	366	6,81%	140	4,89%
Total	5 377	100%	2 863	100%

Pour le suivi acoustique, les espèces les plus fréquemment contactées en altitude sont la Noctule de Leisler (36% des « minutes positives »), suivie de la Noctule commune (22,6% des « minutes positives »), et du couple d'espèces Sérotine commune / Noctules indéterminées (25,3% des « minutes positives »). On notera que la Pipistrelle commune constitue 10,3% des « minutes positives ». Moins de 1% des contacts ont été rattachés à la Sérotine commune.

L'une des deux espèces découvertes dans le cadre du suivi mortalité a également été détectée lors du suivi acoustique (Pipistrelle commune). A l'inverse, les deux espèces les plus contactées lors du suivi acoustique (Noctule de Leisler et Noctule commune) n'ont pas fait l'objet de découverte durant le suivi mortalité. On notera que la Pipistrelle pygmée, retrouvée le 25/10/2024 au pied de l'éolienne E01, n'a pas été identifiée lors des analyses de sons en altitude, mais sa présence est connue dans la région et elle tend à se mélanger aux colonies et populations d'autres pipistrelles, notamment la Pipistrelle commune, de laquelle elle peut également être difficile à différencier acoustiquement.

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 est globalement plus importante en début de nuit (0 à h+2) et diminue ensuite progressivement sans toutefois disparaître totalement au cours de la nuit. On observe quelques faibles regains d'activité en fin de nuit en période de mise-bas et d'élevage des jeunes et en période de migration automnale (août notamment).

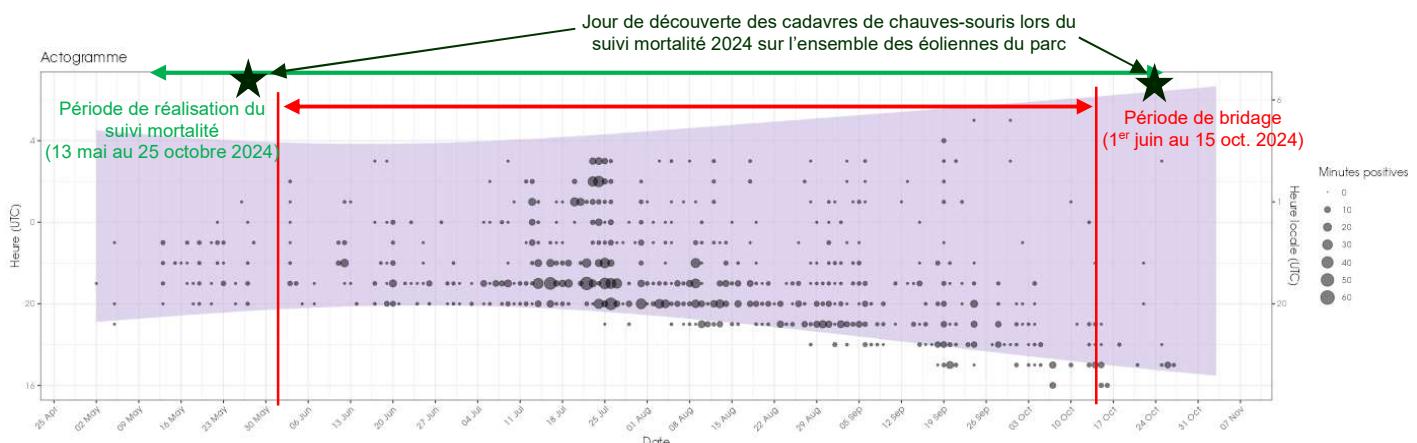


Figure 48 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (114 m)

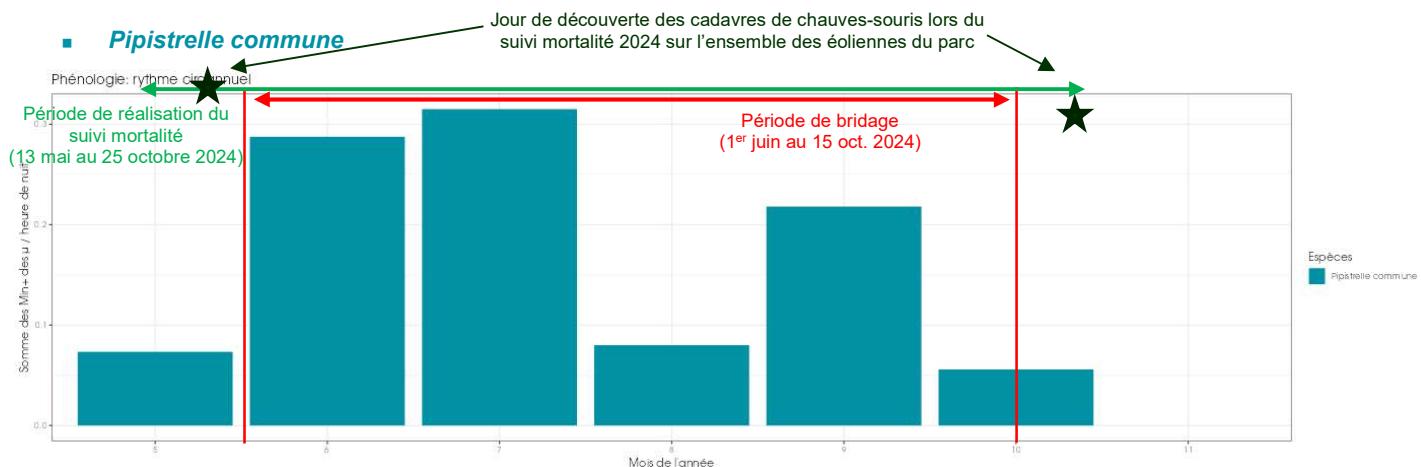


Figure 49 : Eolienne E03 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune en altitude en 2024

Le bilan de la phénologie des découvertes de cadavres est présenté dans le tableau ci-dessous (Tableau 39 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces).

Tableau 39 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces

Date	27/05	01/06 au 15/10	25/10	Total général
Période	Migration printanière	Mise-bas et élevage des jeunes et migration automnale	Fin de migration automnale	
Bridge	Absence de bridage	Bridage actif	Absence de bridage	
Pipistrelle commune	1	-	-	1
Pipistrelle pygmée	-	-	1	1
Total général	1	0	1	2

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

Les espèces découvertes durant le suivi de mortalité correspondent en partie aux principales espèces identifiées durant le suivi acoustique. On notera qu'aucun cadavre de Noctule de Leisler et de Noctule commune, espèces les plus souvent contactées en altitude, n'a été observé.

Après les noctules et le groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées, les pipistrelles sont à la fois l'un des groupes d'espèces le plus contacté en altitude et le plus décompté parmi les cadavres découverts durant le suivi de mortalité.

Au niveau phénologie, la découverte échelonnée des cadavres exclusivement au début et à la fin du suivi de mortalité correspond à une activité acoustique enregistrée en continue tout au long de la période de suivi. Ces découvertes ont été réalisées en période de non bridage du parc. En revanche, sur la période de bridage (1^{er} juin 15 octobre), aucun cadavre de chiroptères n'a été retrouvé.

Sur les 2 chiroptères retrouvés durant le suivi de mortalité, aucun l'a été au niveau de l'éolienne E03 équipée d'un enregistreur automatisé, ce qui limite fortement le croisement des informations.

Limites du croisement des informations des suivis mortalité et acoustique : La comparaison des données acoustiques issues d'une seule éolienne (comparativement au suivi de mortalité qui est réalisé sur l'ensemble des éoliennes du parc) 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 chiroptères 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).

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 est de $n = 2\ 863$ minutes positives sur 186 nuits de suivi, entre le 2 mai et le 4 novembre 2024.

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

Le parc éolien des Champarts fait déjà l'objet d'une révision de son bridage en fonction de l'activité des chauves-souris. Les caractéristiques du bridage proposé à l'issue du suivi de 2023 sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 40 : Paramètre de bridage conventionnel pour le parc éolien des Champarts

Période	Du 1 ^{er} juin au 15 octobre
Eoliennes concernées	Toutes les turbines
Vitesse de vent nacelle (m/s)	$\leq 8,5$ m/s
Température ambiante nacelle (°C)	$\geq 13^{\circ}\text{C}$
Pluviométrie	Bridage du parc en l'absence de pluie
Période de la nuit pour les éoliennes concernées	30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'à 5 heures après ce dernier

Les résultats de l'évaluation des paramètres de bridage actuellement en mise œuvre sur les données d'activité enregistré au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts en 2024 sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 41 : Comparaison d'efficacité du bridage mis en place à partir des données 2023 et 2024 en minutes positives

	Évaluation à partir des données 2023 en minutes positives	Évaluation à partir des données 2024 en minutes positives
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	82,8 % toutes espèces confondues	78,4% toutes espèces confondues
Nombre de minutes positives restant à risque	242 minutes sur 1 404 toutes espèces confondues	617 minutes sur 2 863 toutes espèces confondues
Proportion d'activité le groupe des Sérotones / Noctules (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	84,53 %	80,79%
Nombre de minutes positives restant à risque pour le groupe des sérotines / noctules	202 minutes sur 1 291 minutes de présence des Sérotines/Noctules.	466 minutes sur 2 427 minutes de présence des noctules sp.
Proportion d'activité de Noctules communes (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	91,4 %	85,9%
Nombre de minutes positives restant à risque pour les Noctules communes	58 minutes sur 677 minutes de présence des Noctules communes	91 minutes sur 647 minutes de présence des Noctules communes.
Proportion d'activité des pipistrelles (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	63,96 %	65,37%

	Évaluation à partir des données 2023 en minutes positives	Évaluation à partir des données 2024 en minutes positives
Nombre de minutes positives restant à risque pour les pipistrelles	40 minutes sur les 111 minutes de présences des Pipistrelles	151 minutes sur 436 minutes de présence des pipistrelles
Proportion d'activité chiroptérologique toutes espèces confondues couverte par les arrêts machines au printemps (mai)	0%	0%
Nombre de minutes positives restant à risque pour le printemps	0 minutes sur les 41 minutes de présence au printemps	0 minutes sur 82 minutes de présence au printemps
Proportion d'activité chiroptérologique toutes espèces confondues couverte par les arrêts machines en été (juin-juillet)	84,1%	80,5%
Nombre de minutes positives restant à risque pour l'été	50 minutes sur les 315 minutes de présence en été	290 minutes sur les 1 488 minutes de présence en été
Proportion d'activité chiroptérologique toutes espèces confondues couverte par les arrêts machines à l'automne (août-octobre)	85,8%	83%
Nombre de minutes positives restant à risque pour l'automne	149 minutes sur les 1 046 minutes de présence à l'automne	215 minutes sur les 1 263 minutes de présence à l'automne

Le bridage adopté en 2023 ne se révèle pas satisfaisant en termes de couverture des chiroptères. En effet, il ne permet de couvrir que 78,4% des chiroptères et 85,9% des Noctules communes (avec notamment 91 minutes positives laissées à risque). En effet, la région Centre-Val de Loire porte une forte responsabilité sur les populations de Noctule commune, très présentes en transit lors de la période de migration automnale, et les attentes en termes de couverture de l'activité de l'espèce y sont plus élevées.

Le bridage va donc faire l'objet d'une proposition de mesure corrective (voir 3.1.1 : Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique) pour être réévalué et être ainsi à l'épreuve des variations annuelles de l'activité des chiroptères et offrir une couverture plus satisfaisante de l'activité des Noctules communes. Le bridage s'étant révélé satisfaisant pour les Noctules communes en 2023, ainsi du point de vue nombre de minutes positives à risque pour l'ensemble des chiroptères, mais n'étant pas efficace dans le cas d'une année à très forte activité comme 2024.

2.4.4 Suivi du comportement des oiseaux

Le suivi de l'activité des oiseaux ciblé notamment sur les rapaces et plus particulièrement sur les busards a permis de contacter trois espèces de busards (le Busard cendré, le Busard des roseaux et le Busard Saint-Martin) durant la période du suivi de mai à début juillet 2024. Ce suivi met en avant le fait qu'en période de nidification, le Busard Saint-Martin et le Busard cendré utilisent régulièrement le site. Le Busard des roseaux utilise également le site en période de nidification mais de manière plus ponctuelle (notamment les des trois derniers passages du suivi).

Ce suivi a également permis de repérer deux territoires de reproduction de Busards (en dehors de l'aire d'étude de 300 m autour des éoliennes du parc), l'un au nord de l'éolienne E03 (1 km), sur la commune de Crottes-en-Pithiverais (un couple de Busard Saint-Martin), et l'autre au sud de E04 (2 km), sur la commune de Neuville-aux-Bois au niveau de Saint-Germain-le-Grand (deux couples de Busard cendré et un couple de Busard Saint-Martin).

Nous avons aussi pu constater qu'en fonction du couple observé, l'aire d'étude des 300 m autour des éoliennes du parc est plus ou moins prospectée par les busards ; le couple au nord du parc chasse aussi bien sur le parc qu'en dehors tandis que les couples au sud ne s'approchent que ponctuellement des éoliennes. On notera cependant que l'occupation du sol, en partie céréalière (blé et orge), est favorable au développement des micromammifères et donc à la chasse des rapaces dont les busards.

On notera qu'aucun cadavre de busard n'a été découvert sur le parc dans le cadre du suivi de la mortalité 2024 et ce, malgré une fréquentation régulière du site par ces espèces en période de reproduction. Il en est de-même pour l'année 2023.

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 des Champarts, un nouveau bridage des éoliennes a été mis en œuvre en 2023. Au regard des résultats bruts, il apparaît nécessaire de le modifier. Ce bridage avait été mis en place à l'issue du suivi de 2023, avec les paramètres suivants :

- Du 1^{er} juin au 15 octobre : Vent : $\leq 8,5\text{m/s}$; Température : $\geq 13^\circ\text{C}$; De 30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'à 5 heures après ce dernier en l'absence de précipitations.

L'application de ces paramètres sur les résultats de 2024 font apparaître un niveau de protection insuffisant. Il apparaît notamment que la période d'application du bridage est insuffisante, les chauves-souris ayant montré qu'elles maintenaient une activité, plus faible, durant les deux derniers tiers de la nuit. D'autres paramètres comme la température se sont révélés devoir être modifiés, tandis que le seuil de vitesse du vent peut être ajusté à la période de l'année, les plus hauts seuils de vitesse du vent pouvant être restreints aux périodes où la Noctule commune est la plus fréquente, celle-ci ayant une plus grande tolérance aux vents importants.

Cependant, la mortalité des chiroptères sur le site est faible, et les seuls cadavres retrouvés sont une Pipistrelle commune, découverte hors de la période de bridage (fin mai) et une Pipistrelle pygmée découverte hors de la période de bridage (fin octobre).

Le bridage suivant est proposé en remplacement de celui actuellement en place sur le parc des Champarts. Il propose une plus large couverture sur la durée de la nuit, mais est ajusté avec des seuils de vitesse du vent dynamiques selon la période.

Ce type d'analyse ne prend pas en compte les variations annuelles d'activité des chauves-souris. Les proportions d'activités protégées par les paramètres de bridage peuvent évoluer. Ces variations sont déjà visibles en comparant les résultats de l'évaluation du bridage en 2023 et 2024.

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 42 : Proposition de bridage spécifique des éoliennes pour le parc des Champarts pour 2024

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 2 mai au 4 novembre)
Période de mise en service du bridage	Du 15 mai au 30 juin	Du 1 ^{er} juillet au 31 juillet	Du 1 ^{er} août au 31 août	Du 1 ^{er} septembre au 31 octobre	Du 15 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>10°C</u>	Par des températures supérieures ou égales à 13°C du 15 mai au 31 août et 10°C du 1^{er} septembre au 31 octobre
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>7 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>8 m/s</u>		Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 7 m/s du 15 mai au 30 juin Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 7,5 m/s du 1^{er} juillet au 31 juillet

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 2 mai au 4 novembre)
					Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 8 m/s du 1^{er} août au 31 octobre
Nombre d'heures durant la nuit	Du coucher du soleil à 8 heures après le coucher	Du coucher du soleil à 9 heures après le coucher	D'une heure avant le coucher jusqu'à 9 heures après le coucher	D'une heure avant le coucher jusqu'à 9 heures après le coucher du soleil du 1^{er} septembre au 31 octobre	Du coucher du soleil à 8 heures après le coucher du 15 mai au 31 juillet Du coucher du soleil à 9 heures après le coucher du 1^{er} au 31 août D'une heure avant le coucher jusqu'à 9 heures après le coucher 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	92,5%	94,9%	90,8%	82%	90,6%
Nombre de minute positive restant à risque	17 minutes sur 227 toutes espèces confondues	68 minutes sur 1 326 toutes espèces confondues	69 minutes sur 750 toutes espèces confondues	98 minutes sur 543 toutes espèces confondues	269 minutes sur 2 863 toutes espèces confondues
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	95%	94,8%	89,6%	90,2%	92,7%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	2 minutes sur 40 minutes de présence des Noctules de Leisler.	35 minutes sur 671 minutes de présence des Noctules de Leisler.	21 minutes sur 202 minutes de présence des Noctules de Leisler.	11 minutes sur 112 minutes de présence des Noctules de Leisler.	75 minutes sur 1 031 minutes de présence des Noctules de Leisler.
Proportion d'activité des Noctules commune (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	89,5%	93 %	91,4%	83,2%	89,3%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	4 minutes sur 38 minutes de présence des Noctules communes.	8 minutes sur 115 minutes de présence des Noctules communes.	27 minutes sur 315 minutes de présence des Noctules communes.	30 minutes sur 179 minutes de présence des Noctules communes.	69 minutes sur 647 minutes de présence des Noctules communes.
Proportion d'activité de Pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	94,9%	90%	88,2%	76,5%	85,1%

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 2 mai au 4 novembre)
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	6 minutes sur 118 minutes de présences des Pipistrelles	11 minutes sur 110 minutes de présence des Pipistrelles	4 minutes sur 34 minutes de présence des Pipistrelles	40 minutes sur 170 minutes de présence des Pipistrelles	65 minutes sur 436 minutes de présence des Pipistrelles

Ce bridage permet de couvrir globalement 90% de l'activité des chiroptères et 90% de l'activité des Noctules communes. Avec un tel bridage, efficace sur une année à forte activité, il devrait être robuste vis-à-vis des variations d'activité des chiroptères en fonction des années. Le nombre de minutes positives restant à risque est de 269, ce qui sera le point de vigilance pour le suivi en 2025.

3.1.2 Reconductio[n] du suivi post implantation

Au regard de la modification des paramètres de bridage du parc des Champarts, il sera nécessaire de poursuivre en 2025 le suivi mortalité ainsi que les écoutes en altitude sur la période S20 à S43 afin d'évaluer notamment l'efficacité de la mesure. En fonction des résultats, des ajustements ne sont pas à exclure. Par ailleurs, étant donné la forte prédatation constatée au niveau de ce parc et dans le but d'affiner les résultats aussi bien pour les oiseaux que pour les chauves-souris sur la période de bridage, **2 passages par semaine devront être réalisés sur cette période, à savoir de la semaine S20 à la semaine S43.**

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 Suivi des busards en période de reproduction

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

Au regard de la présence en 2024 d'un nid de Busard Saint-Martin à 1 km au nord de l'éolienne E03 et de deux nids de Busard cendré et un nid de Busard Saint-Martin à 2 km au sud de l'éolienne E04, il est préconisé de poursuivre en 2025, le suivi sur les busards sur la période de reproduction pour évaluer leur fréquentation au niveau du parc. En cas de découverte d'un nid, il est préconisé de mettre en œuvre la protection de la nichée. Cette action agira plus globalement sur la préservation des populations locales.

3.1.4 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 des Champarts 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).

3.2 Conclusions

Le suivi mortalité réalisé en 2024 a mis en évidence 10 cadavres dont 8 oiseaux (5 espèces) et 2 chauves-souris (2 espèces) lors des 24 semaines de suivi mortalité qui s'étendait du 13 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 : maïs, légumineuses, pavot, céréales...). De plus, la persistance est relativement faible à l'échelle du parc, avec un temps moyen de persistance de 2,4 jours. Afin de palier à cette faible persistance déjà constatée en 2023, deux passages par semaines ont été réalisés sur la période du 3 juin au 25 octobre 2024 (période de bridage du parc) permettant ainsi de réduire les incertitudes. A ces coefficients correcteurs s'ajoute également le coefficient d'efficacité de recherche. Ainsi, les probabilités globales de détection calculées sont faibles et les estimations de mortalité (notamment les intervalles de confiances) qui intègrent ces facteurs sont plus importantes pour les oiseaux et les chauves-souris.

Concernant les oiseaux :

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024 (8 individus), il s'agit d'une part d'espèces locales (Faucon crécerelle, Bruant proyer...) ou bien migratrices/migratrices partielles ou en dispersion à la suite de la période de reproduction (Alouette des champs, Buse variable) dont les dates de découverte coïncident avec le passage de ces espèces sur la région. Sur les 8 oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024, 2 correspondent à une espèce chassable : l'Alouette des champs (2 individus). 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 9,5 et 14,75 oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi. Les résultats de la mortalité brute restent « dans la moyenne supérieure » des chiffres que l'on peut trouver soit dans la bibliographie, soit à partir de notre référentiel brute Biotope ; ce sont en fait les estimations des temps de persistance ainsi que la non-prospection de certaines surfaces au cours du suivi qui engendre une forte augmentation de l'estimation de la mortalité ainsi que dans le calcul des incertitudes.

Par ailleurs, on constate au regard du suivi rapaces ciblé sur les busards réalisé en 2024 que l'aire d'étude des 300 m autour des éoliennes du parc est régulièrement utilisée par les Busards Saint-Martin et cendré en période de reproduction ; le Busard des roseaux utilise également le site à cette période de l'année mais de manière plus ponctuelle. Deux territoires de reproduction de Busards ont été repérés lors du suivi à 1 km au nord de l'éolienne E03 (un couple de Busard Saint-Martin) et à 2 km au sud de l'éolienne E04 (deux couples de Busard cendré et un couple de Busard Saint-Martin). On notera qu'en fonction de l'assoulement des parcelles, la zone reste attractive pour les busards, la localisation des nids variant d'une année sur l'autre en fonction de la rotation des cultures de céréales.

Au regard des résultats du suivi mortalité réalisé en 2024, le risque de collision pour les rapaces présents sur la zone semble se concentrer au moment de la période de reproduction et également lors de la dispersion des individus à la suite de la reproduction. L'observation d'un Faucon crécerelle et de deux Buses variables lors du suivi mortalité en est le parfait exemple. Dans ce contexte, nous recommanderions de poursuivre le suivi et la préservation de nichées de busards en 2025.

Concernant les chauves-souris :

Concernant les chauves-souris, un bridage du parc est mis en place sur la période 1^{er} juin au 15 octobre pour l'ensemble des 4 éoliennes qui compose le parc. Au regard des résultats du suivi 2024 où 2 chauves-souris ont été retrouvées fin mai puis fin octobre 2024 (1 Pipistrelle commune et 1 Pipistrelle pygmée), nous avons une estimation de mortalité la plus probable selon les formules entre 3,75 et 6 chauves-souris par éolienne sur la période de suivi. Ces estimations sont dans la moyenne voire inférieures 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 en fait les résultats de la préddation ainsi que la non-prospection de certaines surfaces au cours du suivi qui engendre 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 en altitude sur l'ensemble du cycle biologique des chauves-souris à savoir en période de migration printanière (mai), en période de mise-bas des chauves-souris (juin-juillet) et également en période de migration (août-octobre). L'activité en altitude est réduite en mai et juin et augmente brutalement en juillet avec un pic maximal d'activité, avant de commencer à diminuer graduellement dès août jusqu'à la fin octobre.

Les écoutes en altitude sur l'année 2024 ont permis de déterminer que le bridage actuellement en place couvrait 78,4% de l'activité enregistrée durant la période de suivi soit du 2 mai au 4 novembre 2024 (soit 85,9% des Noctules communes et 65,37% des Pipistrelles). 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 E03.

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.

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 2 mai au 4 novembre)
Période de mise en service du bridage	Du 15 mai au 30 juin	Du 1 ^{er} juillet au 31 juillet	Du 1 ^{er} août au 31 août	Du 1 ^{er} septembre au 31 octobre	Du 15 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>10°C</u>	Par des températures supérieures ou égales à 13°C du 15 mai au 31 août et 10°C du 1^{er} septembre au 31 octobre
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>7 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>8 m/s</u>		Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 7 m/s du 15 mai au 30 juin Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 7,5 m/s du 1^{er} juillet au 31 juillet Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 8 m/s du 1^{er} août au 31 octobre
Nombre d'heures durant la nuit	Du coucher du soleil à <u>8 heures après le coucher</u>		Du coucher du soleil à <u>9 heures après le coucher</u>	<u>D'une heure avant le coucher jusqu'à 9 heures après le coucher</u>	Du coucher du soleil à 8 heures après le coucher du 15 mai au 31 juillet Du coucher du soleil à 9 heures après le coucher du 1^{er} au 31 août D'une heure avant le coucher jusqu'à 9 heures après le coucher 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				Evaluation sur l'ensemble du suivi en altitude (mai à novembre)
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	92,5%	94,9%	90,8%	82%	90,6%
Nombre de minute positive restant à risque	17 minutes sur 227 toutes espèces confondues	68 minutes sur 1 326 toutes espèces confondues	69 minutes sur 750 toutes espèces confondues	98 minutes sur 543 toutes espèces confondues	269 minutes sur 2 863 toutes espèces confondues
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	95%	94,8%	89,6%	90,2%	92,7%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	2 minutes sur 40 minutes de présence des Noctules de Leisler.	35 minutes sur 671 minutes de présence des Noctules de Leisler.	21 minutes sur 202 minutes de présence des Noctules de Leisler.	11 minutes sur 112 minutes de présence des Noctules de Leisler.	75 minutes sur 1 031 minutes de présence des Noctules de Leisler.

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 2 mai au 4 novembre)
Proportion d'activité des Noctules commune (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	89,5%	93 %	91,4%	83,2%	89,3%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	4 minutes sur 38 minutes de présence des Noctules communes.	8 minutes sur 115 minutes de présence des Noctules communes.	27 minutes sur 315 minutes de présence des Noctules communes.	30 minutes sur 179 minutes de présence des Noctules communes.	69 minutes sur 647 minutes de présence des Noctules communes.
Proportion d'activité de Pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	94,9%	90%	88,2%	76,5%	85,1%
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	6 minutes sur 118 minutes de présences des Pipistrelles	11 minutes sur 110 minutes de présence des Pipistrelles	4 minutes sur 34 minutes de présence des Pipistrelles	40 minutes sur 170 minutes de présence des Pipistrelles	65 minutes sur 436 minutes de présence des Pipistrelles

Ce bridage permet de couvrir globalement 90% de l'activité des chiroptères et 90% de l'activité des Noctules communes. Avec un tel bridage, efficace sur une année à forte activité, il devrait être robuste vis-à-vis des variations d'activité des chiroptères en fonction des années. Le nombre de minutes positives restant à risque est de 269, ce qui sera le point de vigilance pour le suivi en 2025.

Le suivi conduit en 2024 a ainsi permis d'observer que le bridage proposé en 2023 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 à la même période qu'en 2024, soit à partir de la semaine 20 jusqu'à la semaine 43 en 2025. En fonction des résultats, des ajustements ne sont pas à exclure. Par ailleurs, au regard de la forte préation sur le secteur, il conviendra comme en 2024 de poursuivre un suivi avec 2 passages par semaine de mi-mai (S20) à fin octobre (S43).

4 Bibliographie

- 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., KERNIS J. & HORN J., 2005. – Relationship between bats and wind turbine in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. – Bats and Wind Energy Cooperative, 168 p.
- ARNETT E. B., SCHIRMACHER M., HUSO M. & HAYES J., 2009. – Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. – Bats and Wind Energy Cooperative, 44 p.
- ARTHUR L. & LEMAIRE M., 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.
- BIOTOPE, 2023. Parc éolien des Champarts, communes d'Aschères-le-Marché et Neuville-aux-Bois (45). Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères, suivi de l'activité des chiroptères en hauteur, suivi de l'activité des rapaces nicheurs et suivi des habitats naturels. CPENR Les Champarts. 129 p.
- BIOTOPE, 2023, Suivi de l'activité des chiroptères en altitude sur le parc éolien des Champarts – Aschères-le-Marché et Neuville-aux-Bois (45), CPENR Les Champarts 58 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, 2020. Arrêté autorisant la société CPENR Les Champarts à construire et exploiter une installation de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent sur les communes d'Aschères-le-Marché et Neuville-aux-Bois. 10 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.; JOHSON, G.D.; STRICKLAND, M.; KRONNER, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.
- FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.
- FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.

- ❑ GAULTIER, S.P., MARX, G., & ROUX, D., 2019. Éoliennes et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. Office national de la chasse et de la faune sauvage/LPO. 120 p. https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf
- ❑ GAULTIER, Simon P., BLOMBERG, Anna S., IJÄS, Asko, et al. Bats and wind farms: The role and importance of the Baltic Sea countries in the European context of power transition and biodiversity conservation. *Environmental Science & Technology*, 2020, vol. 54, no 17, p. 10385-10398.
- ❑ GROUPE CHIROPTÈRES DE LA SFEPM, 2016. Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres Actualisation 2016 des recommandations SFEPM, Version 2.1(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 dénombremens 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 dénombremens 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 mts de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. Présentation. In Rencontres nationales "chauves-souris" 2012.
- ❑ HARTER N. 2015. Eoliennes et mortalité des chiroptères : synthèse des résultats du suivi d'une quinzaine de parcs éoliens en Champagne-Ardenne. Rencontre chiroptères Grand-Est, Saint-Brisson, 16-18 octobre 2015. 15p.
- ❑ HUSO, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052 19 p.
- ❑ HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe: A review of banding data and literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* No. 28: 1-172.
- ❑ INSTITUT D'ECOLOGIE APPLIQUEE, 2023. Parc éolien des Champarts, communes d'Aschères-le-Marché, Crottes-en-Pithiverais et Neuville-aux-Bois (45) – Suivi ornithologique – Année 1 (2022). 24 p.
- ❑ INSTITUT D'ECOLOGIE APPLIQUEE, 2020. Projet de parc éolien des Champarts (45), communes d'Aschères-le-Marché et Neuville-aux-Bois – Expertise écologique - Étude d'impact sur les milieux naturels, la faune et la flore - Évaluation des incidences Natura 2000 - Version complétée suite à la demande de compléments de décembre 2019. 190 p.
- ❑ KORNER-NIEVERGELT F, BEHR O, BRINKMANN R, ETTERTSON 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, THRISHER 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.
- ❑ 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'ÉTUDE 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'ÉTUDE 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 lors du suivi mortalité 2024



Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne (m)
13/05/2024	E04	<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	Buse variable	Sec	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	51 m
20/05/2024	E03	<i>Falco tinnunculus</i> (Linnaeus, 1758)	Faucon crécerelle	En décomposition	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	40 m
27/05/2024	E01	<i>Emberiza calandra</i> (Linnaeus, 1758)	Bruant proyer	Sec	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	10 m
27/05/2024	E04	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Pipistrelle commune	Sec	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	61 m
07/06/2024	E04	<i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)	Martinet noir	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	64 m
21/06/2024	E03	<i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)	Martinet noir	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	65 m
05/07/2024	E04	<i>Alauda arvensis</i> (Linnaeus, 1758)	Alouette des champs	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	47 m
05/08/2024	E03	<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	Buse variable	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	45 m
16/09/2024	E04	<i>Alauda arvensis</i> (Linnaeus, 1758)	Alouette des champs	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	23 m
25/10/2024	E01	<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)	Pipistrelle pygmée	Frais	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	11 m

Annexe II : Liste des oiseaux observés lors du suivi « rapaces » (mai – juillet 2024)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Centre-Val de Loire	Effectif total
<i>Alauda arvensis</i> Linnaeus, 1758	Alouette des champs	-	-	LC	NT	NT	11
<i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758	Bergeronnette grise	-	Art. 3	LC	LC	LC	3
<i>Motacilla flava</i> Linnaeus, 1758	Bergeronnette printanière	-	Art. 3	LC	LC	LC	16
<i>Emberiza calandra</i> Linnaeus, 1758	Bruant proyer	-	Art. 3	LC	LC	NT	19
<i>Circus pygargus</i> (Linnaeus, 1758)	Busard cendré	An. I	Art. 3	LC	NT	VU	27
<i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)	Busard des roseaux	An. I	Art. 3	LC	NT	EN	5
<i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	LC	LC	NT	37
<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	Buse variable	-	Art. 3	LC	LC	LC	11
<i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758	Canard colvert	-	-	LC	LC	LC	9
<i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)	Chardonneret élégant	-	Art. 3	LC	VU	LC	5
<i>Galerida cristata</i> (Linnaeus, 1758)	Cochevis huppé	-	Art. 3	LC	LC	VU	2
<i>Corvus corone</i> Linnaeus, 1758	Corneille noire	-	-	LC	LC	LC	31
<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	Étourneau sansonnet	-	-	LC	LC	LC	162
<i>Phasianus colchicus</i> Linnaeus, 1758	Faisan de Colchide	-	-	LC	LC	NE	12
<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NT	LC	26
<i>Fulica atra</i> Linnaeus, 1758	Foulque macroule	-	-	NT	LC	LC	9
<i>Larus michahellis</i> Naumann, 1840	Goéland leucophée	-	Art. 3	LC	LC	VR	69
<i>Turdus viscivorus</i> Linnaeus, 1758	Grive draine	-	-	LC	LC	LC	1
<i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758	Héron cendré	-	Art. 3	LC	LC	LC	4

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Centre-Val de Loire	Effectif total
<i>Hirundo rustica</i> <i>Linnaeus, 1758</i>	Hirondelle rustique	-	Art. 3	LC	NT	LC	10
<i>Linaria cannabina</i> <i>(Linnaeus, 1758)</i>	Linotte mélodieuse	-	Art. 3	LC	VU	NT	16
<i>Apus apus</i> <i>(Linnaeus, 1758)</i>	Martinet noir	-	Art. 3	NT	NT	LC	18
<i>Milvus migrans</i> <i>(Boddaert, 1783)</i>	Milan noir	An. I	Art. 3	LC	LC	VU	1
<i>Perdix perdix</i> <i>(Linnaeus, 1758)</i>	Perdrix grise	-	-	LC	LC	NT	2
<i>Pica pica</i> <i>(Linnaeus, 1758)</i>	Pie bavarde	-	-	LC	LC	LC	11
<i>Columba oenas</i> <i>Linnaeus, 1758</i>	Pigeon colombin	-	-	LC	LC	LC	5
<i>Columba palumbus</i> <i>Linnaeus, 1758</i>	Pigeon ramier	-	-	LC	LC	LC	64
<i>Fringilla coelebs</i> <i>Linnaeus, 1758</i>	Pinson des arbres	-	Art. 3	LC	LC	LC	3

Légende :

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

Annexe III : 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 IV : 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 50 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018

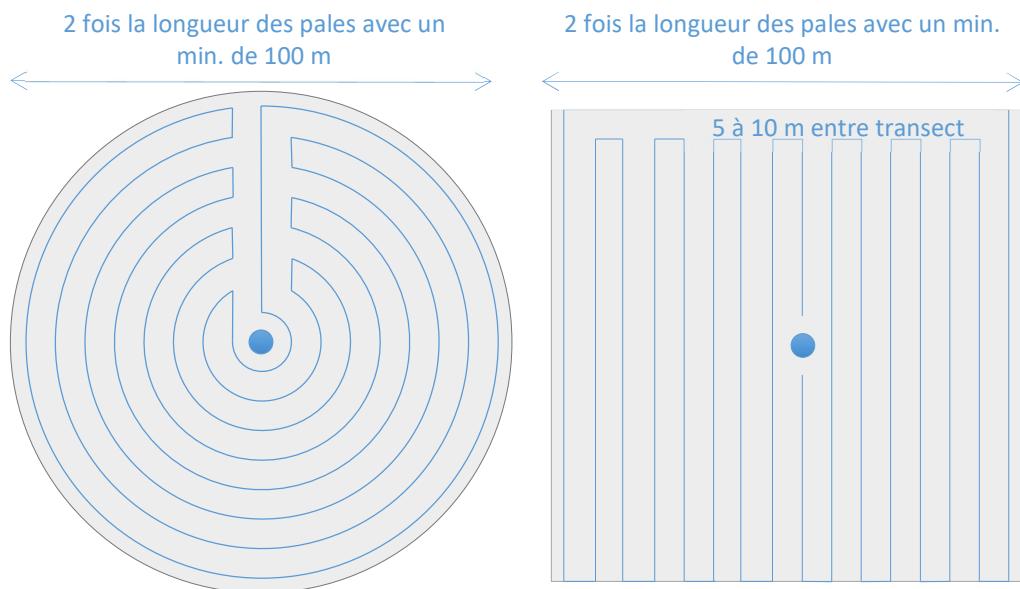


Figure 51 : Schéma de la surface-échantillon à prospector (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).

Annexe V : 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 \times 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 prédatation (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 prédatation 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 VI : 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 VII : 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

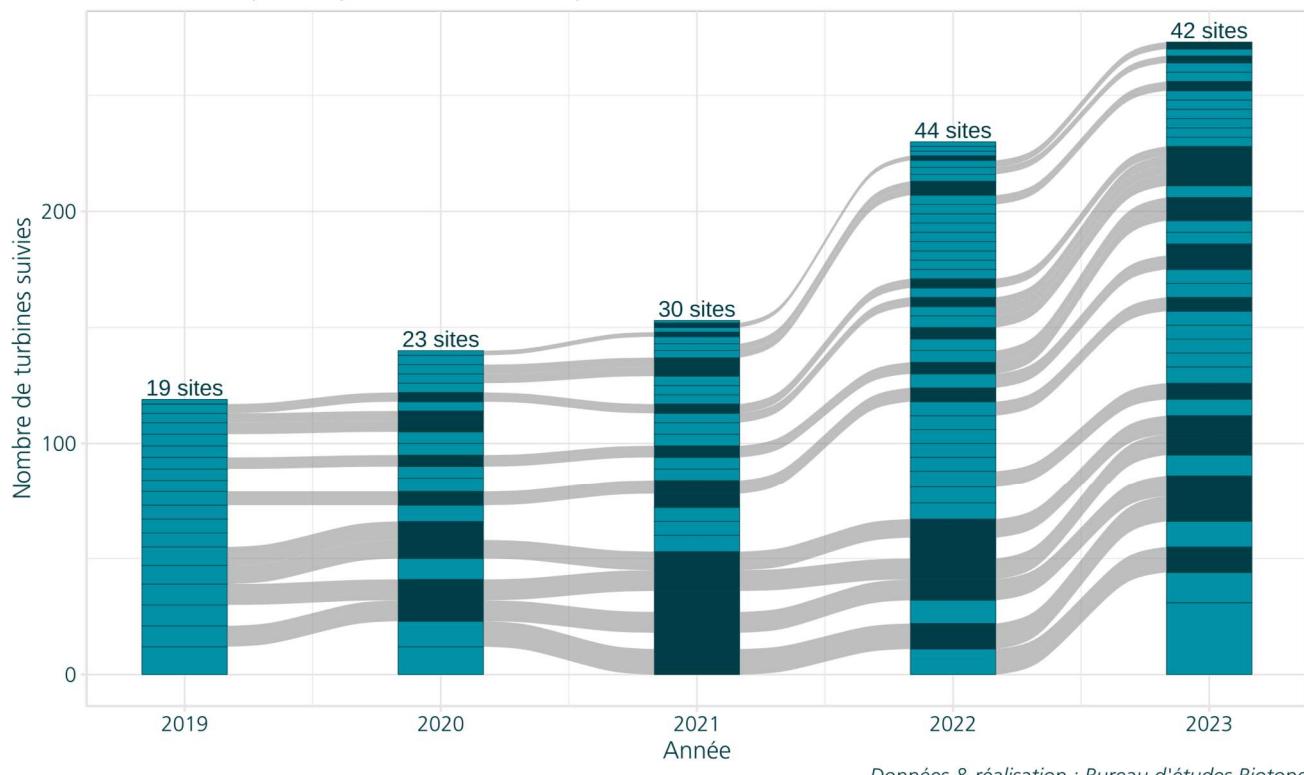


Figure 52 : Répartition des données du référentiel selon les années

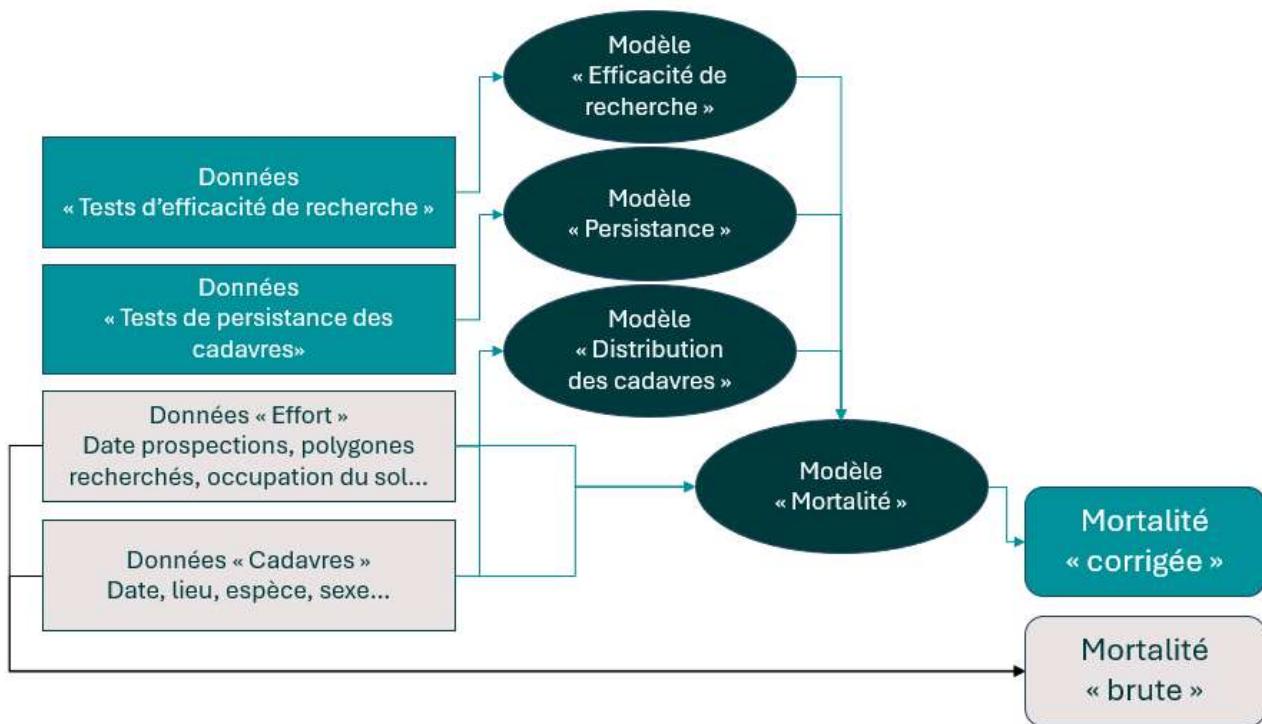


Figure 53 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalités brute et corrigée

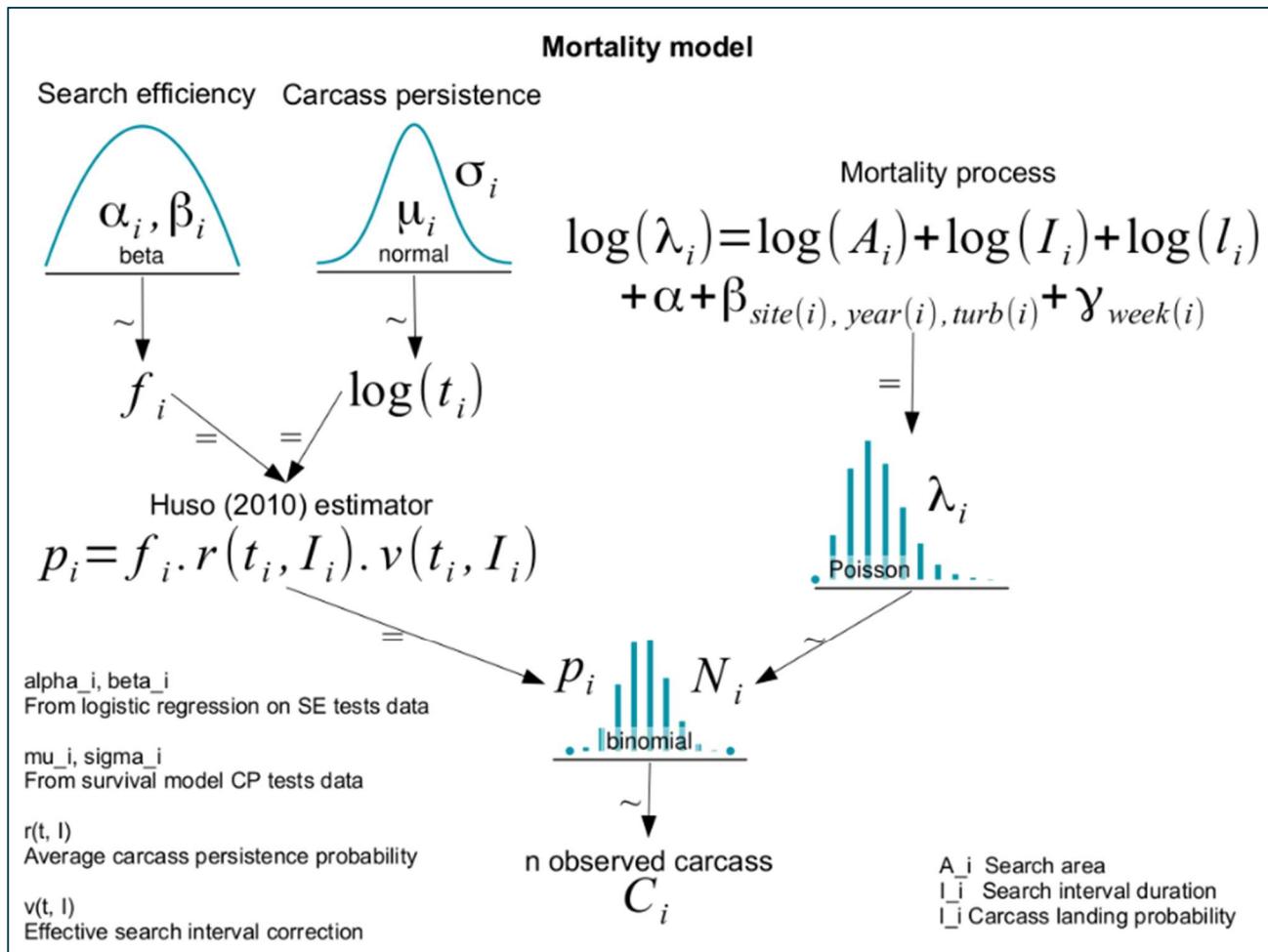


Figure 54 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée

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

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

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

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

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

6 Index des tableaux, cartes et figures

Index des tableaux

Tableau 1 : 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 4 tests)	29
Tableau 7 : Équipe de travail	30
Tableau 8 : Statuts réglementaires et de conservation des rapaces identifiés lors du suivi mai - juillet 2024 au niveau du parc éolien des Champarts	38
Tableau 9 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc des Champarts en 2024	44
Tableau 10 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 114 m	45
Tableau 11 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur	46
Tableau 12 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période printanière	47
Tableau 13 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période estivale	47
Tableau 14 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période automnale	48
Tableau 15 : Proportions des contacts obtenus en altitude en fonction de la durée après le coucher du soleil	54
Tableau 16 : Croisement des informations sur l'évaluation de l'activité en altitude issues des deux années de suivi	54
Tableau 17 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (114 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 à une hauteur de 114 m	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 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	69
Tableau 20 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien des Champarts	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 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	71
Tableau 22 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc des Champarts	71
Tableau 23 : Bilan de l'occupation du sol pour les quatre éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éolienne et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi (45 passages)	73
Tableau 24 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 45 passages	77

Tableau 25 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance pour chacune des quatre éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité	78
Tableau 26 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées à dire d'expert sont indiquées en gras	79
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 des Champarts sur la période du suivi	80
Tableau 29 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc des Champarts sur la période du suivi	81
Tableau 30 : Projection de la mortalité estimée par éolienne sur les quantiles de mortalité du référentiel mortalité Biotope	82
Tableau 31 : Evolution du coefficient correcteur surfacique entre 2023 et 2024 pour le parc des Champarts	83
Tableau 32 : Comparaison des estimations de la persistance moyennes par année sur le parc des Champarts	83
Tableau 33 : Résultats des estimations de la détections des cadavres pour chaque éolienne pour les deux années de suivis	84
Tableau 34 : Bilan des probabilités globales de détection par année et par éolienne en utilisant l'estimateur de Huso (2010)	84
Tableau 35 : Mortalité brute et estimation de la mortalité la plus probable (et IC95%) des oiseaux au sein du parc des Champarts entre 2023 et 2024	85
Tableau 36 : Mortalité brute et estimation de la mortalité la plus probable (et IC95%) des chiroptères au sein du parc des Champarts entre 2023 et 2024	86
Tableau 37 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité de 2024	89
Tableau 38 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 114 m au niveau de l'éolienne E03	92
Tableau 39 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces	93
Tableau 40 : Paramètre de bridage conventionnel pour le parc éolien des Champarts	95
Tableau 41 : Comparaison d'efficacité du bridage mis en place à partir des données 2023 et 2024 en minutes positives	95
Tableau 42 : Proposition de bridage spécifique des éoliennes pour le parc des Champarts pour 2024	97

Index des figures

Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien des Champarts (de gauche à droite, E01, E02, E03 et E04)	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 E03 du parc des Champarts	18
Figure 4 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope	18
Figure 5 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude	20
Figure 6 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude	25
Figure 7 : Schéma temporel de la vitesse du vent à 114 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le l'éolienne E03 du parc des Champarts, entre mai et novembre 2024	25
Figure 8 : Schéma temporel de la température à 114 m sur l'ensemble du suivi mené depuis le l'éolienne E03 du parc des Champarts, entre mai et novembre 2024	26
Figure 9 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	29

Figure 10 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistrée en altitude (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc éolien des Champarts de mai à novembre 2024	49
Figure 11 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (114 m) au niveau de l'éolienne E03 de mai à novembre 2024	49
Figure 12 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne E03 des Champarts en 2024	50
Figure 13 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles de Kuhl/Nathusius, en altitude sur l'éolienne E03 des Champarts en 2024	50
Figure 14 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Sérotines/Noctules, en altitude sur l'éolienne E03 des Champarts en 2024	51
Figure 15 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (114 m), toutes espèces confondues, de mai à novembre 2024	51
Figure 16 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, en altitude (114 m) et toutes espèces confondues, sur l'éolienne E03	52
Figure 17 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (114 m), pour la Noctule de Leisler, entre le 20 et le 25 juillet 2024	53
Figure 18 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (114 m)	53
Figure 19 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E03 du parc des Champarts en 2023	55
Figure 20 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E03 du parc des Champarts en 2024	56
Figure 21 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts	57
Figure 22 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts	57
Figure 23 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts	59
Figure 24 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts	60
Figure 25 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (114 m) au niveau de l'éolienne E03 du parc des Champarts	60
Figure 26 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (114 m)	61
Figure 27 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 114 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris	62
Figure 28 : 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	62
Figure 29 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien des Champarts	64
Figure 30 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien des Champarts	66
Figure 31 : Nombre de cadavres découverts par éolienne	66
Figure 32 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc des Champarts. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne	67
Figure 33 : 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 34 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute du parc des Champarts à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2023)	72
Figure 35 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	74

Figure 36 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04 (de gauche à droite et de haut en bas) le 13 mai 2024 (premier passage en haut) et le 18 octobre 2024 (passage 43)	75
Figure 37 : 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)	76
Figure 38 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de préation	77
Figure 39 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien des Champarts au cours du suivi de 2024 sur 165 jours	80
Figure 40 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien des Champarts au cours du suivi de 2024 sur 165 jours	81
Figure 41 : Projection de la mortalité estimée par turbine issue du parc des Champarts sur la répartition empirique des estimations de mortalité du référentiel mortalité estimée de Biotope	82
Figure 42 : Evolution de la mortalité estimée de l'avifaune selon les trois estimateurs entre chaque éolienne et les deux années de suivis	85
Figure 43 : Evolution de la mortalité estimée des chiroptères selon les trois estimateurs entre chaque éolienne et les deux années de suivis	86
Figure 44 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc des Champarts	90
Figure 45 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E03 sur la période de réalisation du suivi mortalité	90
Figure 46 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E03 des Champarts sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024	91
Figure 47 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien des Champarts en 2024	91
Figure 48 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (114 m)	93
Figure 49 : Eolienne E03 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune en altitude en 2024	93
Figure 50 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018	110
Figure 51 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).	110
Figure 52 : Répartition des données du référentiel selon les années	113
Figure 53 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalités brute et corrigée	114
Figure 54 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée	114

Index des cartes

Carte 1 : Méthodologie appliquée lors du suivi « rapaces » 2024 en période de nidification au niveau du parc éolien des Champarts	14
Carte 2 : Localisation de l'éolienne équipée d'un enregistreur SMBAT au niveau du parc éolien des Champarts	15
Carte 3 : Suivi busards avril – mai 2022 du parc éolien des Champarts	32
Carte 4 : Suivi busards juin – juillet 2022 du parc éolien des Champarts	33
Carte 5 : Avifaune patrimoniale observée lors du suivi busard 2022	34
Carte 6 : Suivi des rapaces sur le mois de mai 2023 au niveau du parc éolien des Champarts	36
Carte 7 : Suivi des rapaces sur le mois de juin 2023 au niveau du parc éolien des Champarts	37
Carte 8 : Suivi des rapaces sur le mois de mai 2024 au niveau du parc éolien des Champarts	39
Carte 9 : Suivi des rapaces sur les mois de juin et début juillet 2024 au niveau du parc éolien des Champarts	40
Carte 10 : Occupation du sol en 2024 dans les 300 m autour des éoliennes du parc éolien des Champarts	41



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

