



PELEIA 2 SAS

Parc éolien de Les Penages

Communes de Moisy et
Ouzouer-le-Doyen (41)
12 décembre 2024

**Suivi
environnemental
réalisé en 2024**



Information sur le document

Citation recommandée	Biotope, 2024 – Suivi environnemental réalisé en 2024 - Parc éolien de Les Penages - Communes de Moisy et Ouzouer-le-Doyen (41) - PELEIA 2 SAS - 187 p.		
Nom de fichier	LesPenages2024_MortaGlobal_CroiseAcoustiq_Biotope_V3.docx		
N° de contrat	2024079		
Date de démarrage de la mission	26/01/2024		
Maître d'ouvrage	PELEIA 2 SAS 12 rue Martin Luther King 14280 Saint-Contest		
Interlocuteur	Mathilde PETIT <i>Chargée d'études Environnement</i>	Contact : mathilde.petit@jpee.fr	
Biotope, Responsable du projet	Franck LETERME (FLE) <i>Chargé 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 – 12/12/2024	Contrôle qualité : NCA – 09/01/2025	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none"> ● Création du document.
Version 2	Rédacteur : FLE – 22/04/2025	-	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none"> ● Prise en compte des commentaires/modifications.
Version 3	Rédacteur : TST – 26/06/2025	-	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none"> ● Modification des paramètres de 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 de Les Penages (localisé dans le département du Loir-et-Cher) a été mis en service début 2024. Il est autorisé par arrêté préfectoral datant du 12 novembre 2020. Dans cet arrêté, il est stipulé :

Extrait de l'arrêté du 12 novembre 2020

Article 6 – Mesures spécifiques liées à la préservation des enjeux environnementaux locaux

Article 6.2 - Préservation de l'avifaune et des chiroptères

[...]

Pour prévenir les risques de collision avec les chiroptères, l'exploitant met en œuvre un plan de fonctionnement réduit des aérogénérateurs dès la mise en service industrielle du parc, intégrant des phases de bridage des éoliennes aux périodes critiques pour les chauves-souris. Les modalités de ce plan sont les suivantes : du 1er juillet au 31 octobre, pour des vents inférieurs à 6m/s à hauteur de nacelle, des températures supérieures à 12°C et sur des nuits entières (du coucher au lever du soleil).

L'exploitant peut déroger à la mise en œuvre de ce bridage en cas de pluie, sous réserve de la mise en place d'un système adapté de captation de pluie et de traitement de l'information.

L'exploitant est en mesure de justifier le caractère adapté et fiable de ce système afin de garantir le bridage des éoliennes en dehors des épisodes de pluie, et en particulier, en cas de très faibles pluies ou après la fin d'un épisode pluvieux.

La mise en œuvre de cette dérogation est soumise à validation préalable par la DREAL sur transmission d'une note de synthèse de justification.

Ces mesures seront donc couplées à des enregistrements des paramètres météorologiques (vitesse du vent, température, précipitation).

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. Toute modification de ce plan de fonctionnement réduit devra faire l'objet de la demande prévue à l'article R. 181-45 du code de l'environnement.

Suivi de l'activité et de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Au cours de la première année complète de fonctionnement, et au moins une fois tous les 10 ans, l'exploitant met en place, à ses frais, le suivi environnemental prévu à l'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent permettant de discriminer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Ce suivi est basé sur un minimum de 30 passages de début mars à fin octobre (suivi de la mortalité). La pression d'inventaire devra être plus forte dans la période de bridage, avec au moins un passage par semaine entre le 1er juillet et le 31 octobre. Les méthodes mises en œuvre sont celles prévues par le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres reconnu par le ministère en charge de l'écologie. Ces études sont conduites par une personne ou un organisme qualifié. Le rapport contient en outre les écarts de ces résultats par rapports aux analyses précédentes ainsi que d'éventuelles propositions de mesures correctives, le cas échéant. Le rapport est tenu à la disposition de l'inspection des installations classées. L'exploitant engage sous un délai maximum de 6 mois les mesures préconisées dans le rapport de suivi environnemental de mortalité des chiroptères et de l'avifaune.

Au cours de la première année de fonctionnement, et au moins une fois tous les 10 ans, des suivis de l'activité de l'avifaune et des chiroptères sont réalisés. Dans l'objectif d'affiner si nécessaire les conditions de bridage, le suivi de l'activité des chiroptères comprend en particulier :

- un suivi de l'activité des chiroptères en altitude au moyen d'écoutes sur nacelle du 1er mars au 31 octobre,
- un suivi de l'activité des chiroptères au sol au moyen de trois passages par saison (transit printanier, mises-bas, transit automnal), soit 9 passages au total par an,
- un suivi de l'activité ornithologique, ciblé notamment sur les busards, avec la réalisation de 3 passages en migration printanière, 4 en nidification et 3 en migration automnale, soit 10 passages au total par an.

Le rapport de synthèse de l'ensemble de ces mesures de suivi est transmis à la disposition de l'inspection des installations classées.

L'exploitant engage sous un délai maximum de 6 mois les mesures préconisées dans le rapport de suivi environnemental de mortalité des chiroptères et de l'avifaune. En cas d'impact significatif et avéré sur les espèces protégées, l'exploitant s'engage à mettre en place, dans les meilleurs délais, les mesures correctives nécessaires, en concertation avec les services compétents de l'Etat.

[...]

La société PELEIA 2 SAS a missionné Biotope pour la réalisation du suivi environnemental du parc éolien en 2024. Ce suivi comprend un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères, un suivi de l'activité chiroptérologique à hauteur de nacelle sur deux éoliennes au regard de l'étendue du parc conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018), à l'arrêté préfectoral complémentaire relatif au renouvellement du parc éolien et à l'article 12 de l'arrêté ICPE du 26/08/2011.

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 de Les Penages, analyser l'activité des rapaces sur la zone et notamment identifier si des busards nichent à proximité et analyser l'activité des chauves-souris au sol post-implantation.

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

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



Sommaire

1	Contexte de l'étude et aspects méthodologiques	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	13
1.2.1	Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	13
1.2.2	Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées	14
1.2.3	Conditions de réalisation du suivi de mortalité et des suivis de l'activité de l'avifaune et des chiroptères	40
1.2.4	Équipe de travail	45
2	Synthèse et analyse des résultats	46
2.1	Résultat du suivi de l'activité de l'avifaune notamment des rapaces	46
2.1.1	Résultats bruts pour l'ensemble des rapaces observés	46
2.1.2	Analyse des résultats	52
2.1.3	Synthèse de l'activité de l'avifaune notamment des rapaces	54
2.2	Résultat du suivi de l'activité des chiroptères au sol	55
2.2.1	Analyse bibliographique	55
2.2.2	Espèces et cortèges présents au sol au niveau du parc éolien de Les Penages	56
2.2.3	Intérêt fonctionnel des milieux	58
2.2.4	Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables	65
2.2.5	Bilan concernant les chiroptères et enjeux associés	76
2.3	Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur	77
2.3.1	Espèces contactées	77
2.3.2	Abondance relative	78
2.3.3	Évaluation de l'activité en hauteur	80
2.3.4	Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur	87
2.3.5	Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques	97
2.3.6	Synthèse de l'activité des chiroptères en hauteur	108
2.4	Résultats du suivi de mortalité	110
2.4.1	Résultats bruts	110
2.4.2	Analyse des résultats	119
2.4.3	Synthèse du suivi de mortalité	131
2.5	Facteurs d'impact et mesures mises en place	133
2.5.1	Analyse croisée avec l'étude d'impact	133
2.5.2	Analyse croisée avec le suivi environnemental pour le repowering	134
2.5.3	Analyse croisée entre les suivis mortalités de 2018 et 2024	136
2.5.4	Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères	138
2.5.5	Évaluation de l'efficacité du bridage chiroptère en fonctionnement	144
2.5.6	Suivi du comportement des oiseaux	146
2.5.7	Autres facteurs d'impact	146
3	Mesures correctives et conclusion	147
3.1	Mesures correctives	147
3.1.1	Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique	147
3.1.2	Reconduction du suivi post implantation	154
3.1.3	Entretien rigoureux des plateformes	154

3.2	Conclusions	155
4	Bibliographie	157
5	Annexes	160
	Annexe I : Tableau récapitulatif des observations de cadavres lors du suivi mortalité 2024	160
	Annexe II : Rapport d'incidence envoyé à la DREAL	162
	Annexe III : Liste des oiseaux observés lors du suivi rapaces réalisé entre février et novembre 2024	169
	Annexe IV : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité	174
	Annexe V : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale	175
	Annexe VI : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques	176
	Annexe VII : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%	177
	Annexe VIII : Détails sur la méthodologie, les résultats et les biais concernant les référentiels mortalité Biotope	178
6	Index des tableaux, cartes et figures	181

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.1 Contexte – présentation du parc et données historiques

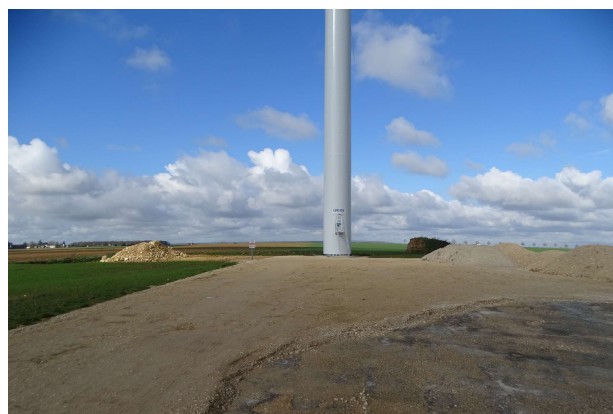
1.1.1 Présentation du parc

Le parc éolien de Les Penages est composé de 5 éoliennes situées dans le Loir-et-Cher (41). Le territoire de ce parc s'étend sur deux communes : Moisy et Ouzouer-le-Doyen. Les turbines sont des Vestas V100 d'une puissance de 2,2 MW, d'une hauteur totale de 125 m et d'une longueur des pales de 50 m.

Il est situé dans la grande plaine de Beauce, vaste étendue à caractère agricole dédiée à la culture céréalière, oléagineuse et protéagineuse. Ici, la culture intensive règne, les bois, les haies et les bosquets sont rares et dispersés et les cours d'eau sont absents. Le parc de Les Penages se situe au sein d'une plaine agricole de polyculture-élevage avec un bocage dégradé.



Eolienne E01



Eolienne E02



Eolienne E03



Eolienne E04



Eolienne E05

Photographie des éoliennes du parc

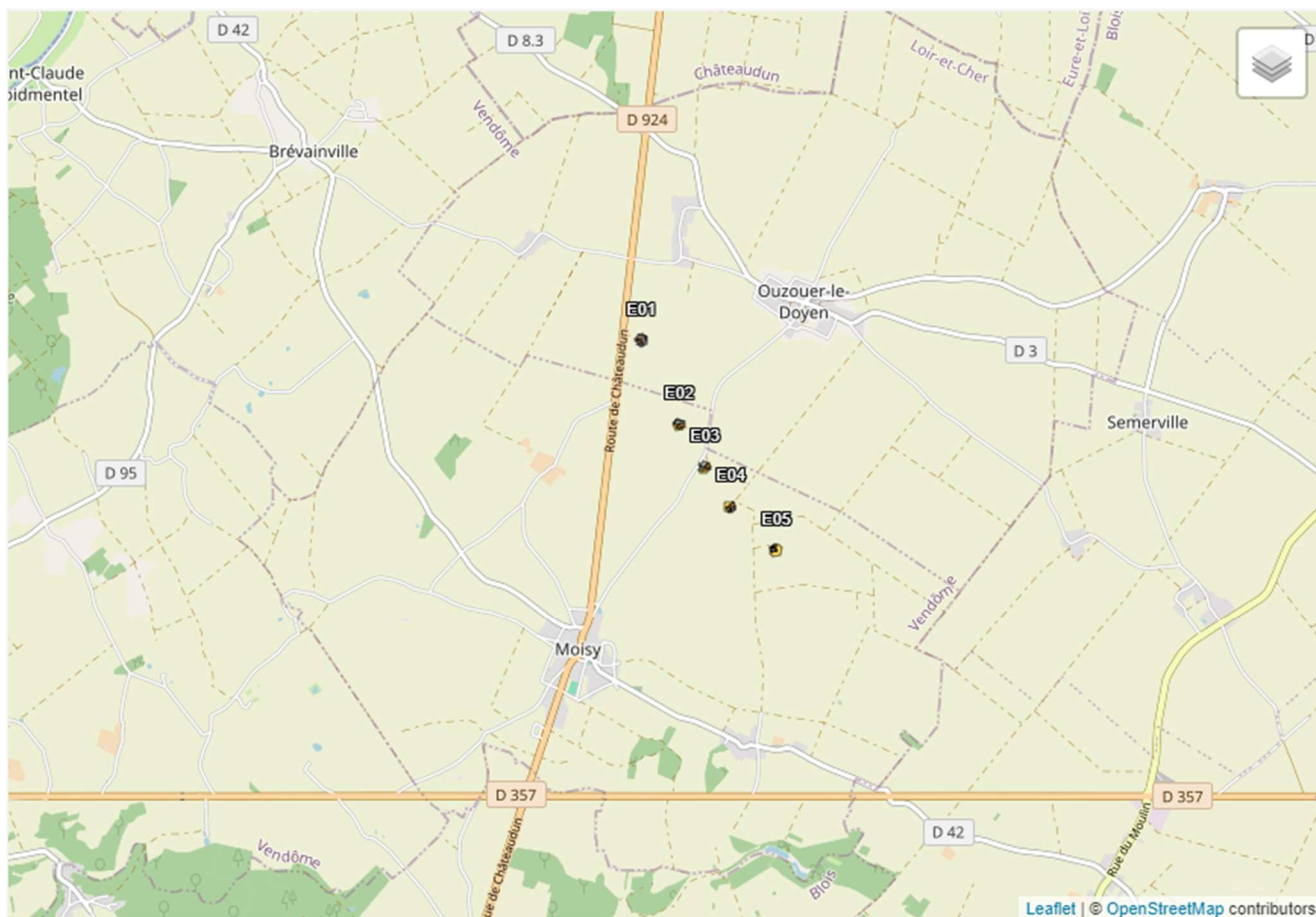


Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Les Penages (de haut en bas, E01, E02, E03, E04 et E05)

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 2003 afin de les comparer avec les résultats des suivis post-implantations réalisés en 2024. On notera également que dans le cadre du repowering de ce parc, un suivi environnemental a été mené en 2019. Ces résultats seront également comparés avec les résultats des suivis post-implantations réalisés en 2024.

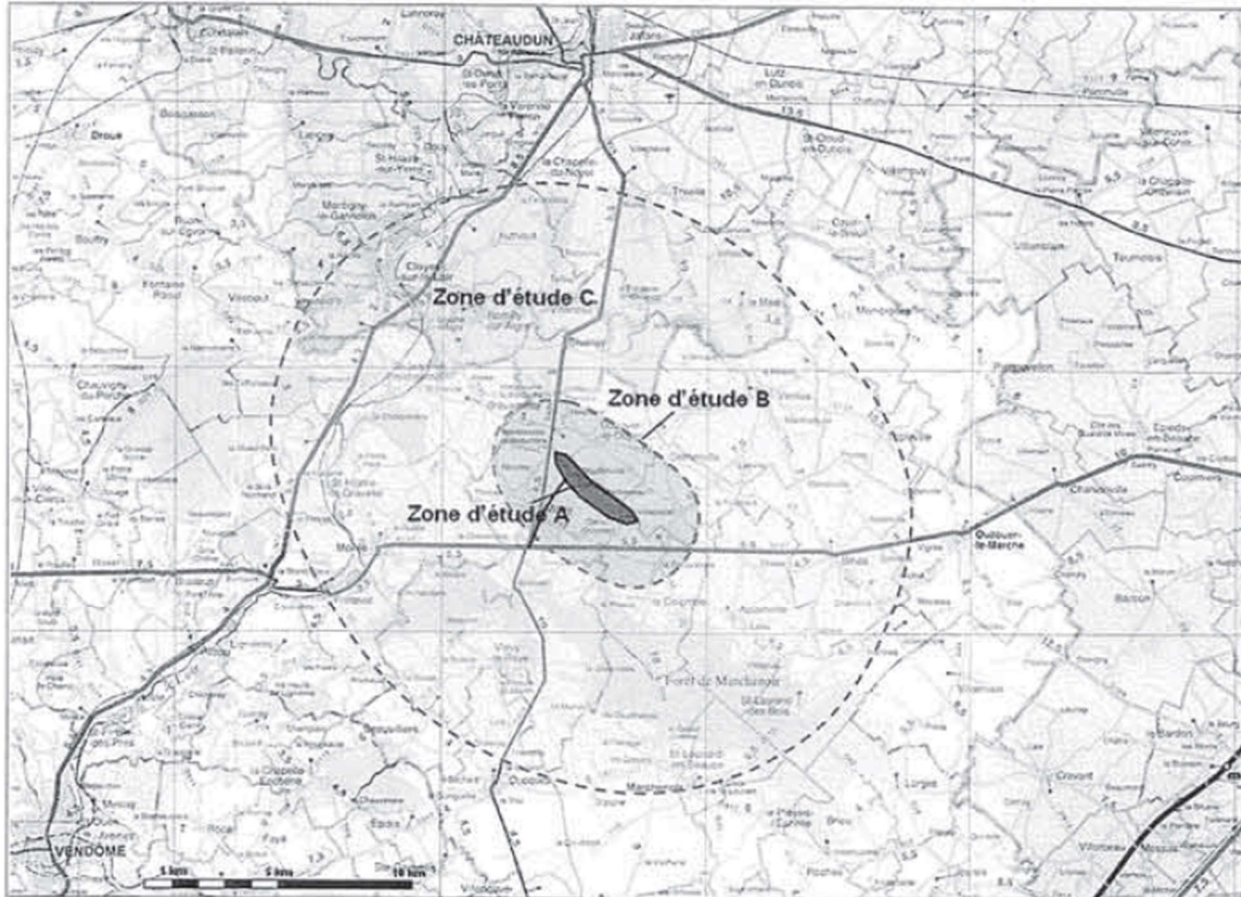
1.1.2.1 Présentation de l'aire d'étude initiale et des techniques employées

Dans l'étude d'impact

Lors de l'étude d'impact du parc éolien de Les Penages datant de 2003, le suivi ornithologique a été réalisé par le CDPNE au cours du deuxième trimestre 2003. Dans ce document, il n'est fait mention d'aucune information concernant les techniques employées pour les inventaires de terrain pour les oiseaux. Il est mentionné « dans la mesure où les oiseaux sont de bons indicateurs de la biodiversité et de la qualité des habitats, qu'il est relativement facile de les observer et d'en faire un inventaire exhaustif ou représentatif et du fait qu'ils constituent les principales espèces animales susceptibles d'être concernées par la réalisation d'un parc éolien, l'étude du patrimoine faunistique a été concentrée sur l'avifaune ».

Il en résulte qu'aucune étude chiroptérologique n'a été réalisée dans cette étude d'impact.

Concernant la définition des zones d'étude, 3 zones sont distinguées : la zone A (emprise immédiate des éoliennes et de leurs périphériques), la zone B (périmètre d'environ 2 km autour des éoliennes), la zone C (ensemble des zones comprises à moins de 10 km des éoliennes).



Carte 1 : Périmètres d'étude définis dans l'étude d'impact de 2003

Dans le suivi environnement pour le repowering

Le parc éolien de Les Penages étant situé dans le prolongement nord du parc éolien de Les Mardeaux, les résultats des suivis réalisés en 2018 par le bureau d'étude « Sens of Life » ont été mutualisés afin de mieux comprendre les enjeux du site.

Une aire d'étude immédiate a ainsi été définie incluant l'ensemble de ces deux parcs ainsi que leur environnement proche. C'est sur cette surface qu'ont été réalisés les inventaires de l'avifaune. L'ensemble des périodes de l'année ont été inventoriées :

- En période de migration : Plusieurs postes d'observation fixes sont placés au sein du parc éolien, souvent sur des zones ouvertes qui portent loin de façon à avoir une bonne visibilité sur plusieurs kilomètres dans l'axe des migrations. Trois visites ont été consacrées au suivi de la migration pré-nuptiale, les 16 et 29 mars ainsi que le 27 avril 2018, trois autres ont été réalisées les 12 et 27 septembre puis le 10 octobre 2018 pour le suivi de la migration post-nuptiale.
- En période de reproduction : La technique des IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) a été mise en place au cours de sept passages réalisés à des dates différentes (le 15 mars, les 11, 16 et 17 avril, puis les 01, 16 et 30 mai 2018). Au total, 12 points d'écoute d'une durée de 10 minutes ont été réalisés (cinq dans l'aire d'étude immédiate du parc éolien de Les Penages et deux témoins situés en dehors de l'aire d'étude immédiate des deux parcs).

- En période hivernale : Les inventaires reposent sur des parcours pédestres au sein de l'aire d'étude immédiate et de l'observation à partir de points fixes. Les données ont été recueillies lors d'une visite qui s'est déroulée le 27 février 2018.



Points d'écoute nicheurs Parcs éoliens: Les Mardeaux et Les Pénages



Carte 2 : Localisation de l'aire d'étude immédiate définie dans l'étude de suivi environnemental de 2019

Concernant le suivi de l'activité des chiroptères, celui-ci a été effectué par un enregistrement de l'activité ultrasonore sur la nacelle de E4 (enregistreur ultrasonore TrackBat), d'une heure avant le coucher le soleil, jusqu'à une heure après le lever du soleil, du 4 juillet au 31 octobre 2018.

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

Dans l'étude d'impact

Lors de l'étude d'impact, les oiseaux les plus fréquemment rencontrés sur la zone d'étude étaient les suivants :

Tableau 1 : Avifaune fréquemment rencontrée sur le parc de Les Penages

Avifaune typique des paysages ouverts de la plaine de Beauce	Avifaune typique des buissons et friches des anciennes carrières
Busard Saint-Martin	Pigeon ramier
Faucon crécerelle	Accenteur mouchet
Bruant proyer	Hypolaïs polyglotte
Alouette des champs	Fauvette grisette
Bergeronnette grise	Linotte mélodieuse
Corneille noire	Bruant jaune

Cette liste avait été complétée par la base de données de l'association Loir-et-Cher Nature. Le nombre d'espèces présentes sur les deux communes concernées par le parc éolien de Les Penages est indiqué dans le tableau suivant. Le détail des espèces présentes sur chaque commune n'est, en revanche, plus disponible.

Tableau 2 : Diversité spécifique avifaunistique de la commune de Moisy et de Ouzouer-le-Doyen, selon l'association Loir-et-Cher Nature

Commune	Espèces nicheuses	Espèces non nicheuses	Total
Moisy	33	30	63
Ouzouer-le-Doyen	24	31	55

L'association de chasse Loir-et-Cher avait également confirmé la présence :

- de l'Œdicnème criard et de la Caille des blés (nicheurs),
- d'une importante population sédentaire de Perdrix grises,
- de l'Oie grise, de turridés et de rapaces en période de migration.

Dans la zone d'étude éloignée du parc (au-delà de 10 km), des Limicoles (avocette, chevalier, bécassines, bécasseaux), ainsi que des Anatidés (sarcelles d'hiver, canards colverts, fuligules milouins) avaient été recensés.

Il ressort de ces inventaires que l'occupation du sol est très défavorable à l'expression de la biodiversité. Le paysage est dominé par les cultures sur des surfaces importantes. Les bordures de champ sont par ailleurs peu nombreuses et souvent étroites. Les seuls refuges disponibles pour la faune sont les anciennes carrières colonisées par la végétation. Cette structuration de l'espace ne permet pas aux oiseaux de nicher dans des conditions satisfaisantes.

L'inventaire des espèces d'oiseaux réalisé dans le cadre de cet état initial a montré que les espèces présentes sont peu nombreuses et relativement communes.

Dans le suivi environnement pour le repowering

Dans le cadre du dossier pour le repowering, des inventaires ont été réalisés en 2018. Voici les principaux éléments à retenir :

→ Avifaune hivernante

Au total, 6 espèces d'oiseaux ont été observées sur Les Penages au cours de la période d'hivernage. Parmi celles-ci, 3 espèces ont un statut patrimonial non négligeable : le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*), la Buse variable (*Buteo buteo*) et la Bergeronnette grise (*Motacilla alba*).

A cette période de l'année, le site accueille un faible nombre d'espèces, distribuées essentiellement par groupes en alimentation sur les cultures ou en déplacements à faibles hauteurs (en dessous des pales des éoliennes), excepté pour la Buse variable toujours observée à une hauteur supérieure à 250 m. Aucun axe de déplacement local particulier n'a été observé au cours de cette période.

→ Migration prénuptiale

Les inventaires menés au cours de la migration prénuptiale sur l'ensemble de l'aire d'étude des parcs éoliens de Les Mardeaux et de Les Penages dévoilent la présence de 10 espèces dont certaines présentent une valeur patrimoniale plus ou moins importante. Les espèces à forte valeur patrimoniale sont : le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*), la Linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*). Les espèces suivantes ont également une valeur patrimoniale non négligeable : la Buse variable (*Buteo buteo*), la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*), la Bergeronnette grise (*Motacilla alba*), le Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*) et le Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*).

Les parcs éolien de Les Mardeaux et de Les Penages présentent une activité migratoire prénuptiale qui semble peu importante. Les faibles effectifs avec un flux horaire peu important et les faibles hauteurs de vol limitent les risques sur le parc pour les oiseaux pendant cette période.

→ Nidification

Au total, 37 espèces d'oiseaux ont été observées sur l'ensemble du parc éolien de Les Penages. Les espèces à forts enjeux patrimoniaux sont : le Busard cendré (*Circus pygargus*), le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*), la Linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*), la Tourterelle des Bois (*Streptopelia turtur*) et le Verdier d'Europe (*Chloris chloris*).

Le Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) et le Busard cendré (*Circus pygargus*) ont fréquemment été observés durant toute la période nuptiale en vol de prospection de chasse sur et autour du parc. Le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) a souvent été observé en vol du « Saint-Esprit ». L'Alouette des champs et le Bruant proyer nichent sur l'ensemble de la zone d'emprise des deux parcs.

→ Migration postnuptiale

Les inventaires menés au cours de la migration postnuptiale sur l'ensemble de l'aire d'étude du parc éolien de Les Penages dévoilent la présence de 17 espèces dont certaines présentent une valeur patrimoniale plus ou moins importante. Les espèces à forte valeur patrimoniale sont : le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) et la Linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*). Les autres espèces patrimoniales sont : la Buse variable (*Buteo buteo*), la Bergeronnette grise (*Motacilla alba*), la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*), le Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*), le grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*), le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*), le Goéland argenté (*Larus argentatus*), le Goéland brun (*Larus fuscus*) et l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*).

Le parc éolien de Les Penages présente une activité migratoire postnuptiale qui semble peu importante. Un petit flux migratoire concernant les passereaux a été remarqué entre les éoliennes P2 et P3 le long des haies qui suivent la route. Les faibles effectifs, si l'on ne comptabilise pas les étourneaux, avec un flux horaire peu important et les faibles hauteurs de vol limitent les risques sur le parc pour les oiseaux pendant cette période. Le Goéland argenté est présent en grand nombre en halte migratoire sur toute la zone d'emprise des deux parcs.

→ Synthèse du suivi environnemental de l'avifaune

L'avifaune fréquentant le parc éolien de Les Penages est assez peu diversifiée avec un total de 44 espèces observées au cours de l'étude. Parmi celles-ci, 6 ont un fort statut patrimonial : le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*), le Busard cendré (*Circus pygargus*), le Busard des Roseaux (*Circus aeruginosus*), la Linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*), la Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*), et le Verdier d'Europe (*Chloris chloris*).

Le parc éolien de Les Penages présente une activité migratoire plutôt faible. Un petit flux migratoire de passereaux a été remarqué sur Les Penages entre P2 et P3 le long des haies qui suivent la route.

Le Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) et le Busard cendré (*Circus pygargus*) ont fréquemment été observés durant toute la période nuptiale en vol de prospection de chasse sur et autour du parc et le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) a souvent été observé en vol du « Saint-Esprit ». L'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) et le Bruant proyer (*Emberiza calandra*) nichent sur l'ensemble de la zone d'emprise des deux parcs. Le Goéland argenté (*Larus argentatus*) utilise l'ensemble de l'aire d'étude comme halte migratoire. Le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) a été observé en migration prénuptiale et postnuptiale, mais ne semble pas nicher aux alentours du site.

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

Dans l'étude d'impact

Aucune étude chiroptérologique n'avait été réalisée à l'époque lors de l'étude d'impact en 2003.

Dans le suivi environnement pour le repowering

Comme pour l'avifaune dans le cadre du dossier pour le repowering, des inventaires de chauves-souris ont été réalisés en 2018. Il en ressort les éléments suivants :

→ Synthèse du suivi d'activité des chiroptères sur le parc éolien de Les Penages

90 % de l'activité des chauves-souris a lieu :

- Durant la période estivale (du 4 juillet au 26 septembre en 2018),
- Entre 19h et 8h du matin,
- Pour des vitesses de vent inférieures à 7 m.s⁻¹,
- Pour des températures supérieures à 12°C.

Plus de la moitié des contacts enregistrés appartiennent à des Pipistrelles communes, puis les 40 % des contacts restants sont dominés par la Sérotine commune, les Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius.

L'activité est plus importante en été, notamment en août, cependant, en moyenne elle reste faible sur la durée de l'étude (du 4 juillet au 31 octobre).

Six espèces sont particulièrement sensibles au risque d'impact par collision :

- La Pipistrelle de Nathusius,
- La Noctule commune,
- La Pipistrelle commune,
- La Pipistrelle de Kuhl,
- La Noctule de Leisler,
- La Sérotine commune.

La Noctule commune et la Pipistrelle de Nathusius sont les deux espèces les plus sensibles au risque de collision avec les pales des éoliennes. Ces deux espèces typiquement migratrices, capables d'accomplir de longs trajets sont très fortement sensibles aux risques de mortalité par collision, mais sont également sensibles aux risques de destruction des gîtes. La Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule de Leisler ont également une forte sensibilité au risque de collision.

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 3.

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

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

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

Le protocole national précise que le suivi de mortalité sera constitué d'au minimum 20 visites réparties entre les semaines 20 et 43 en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site (Annexe 5, Figure 72). Pour le nombre d'éoliennes à surveiller, il recommande de suivre toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes ou moins, et pour les parcs de plus de 8 éoliennes, appliquer la formule suivante : $8 + (\text{nombre d'éoliennes} - 8) / 2$.

La collecte de données implique de prospecter une surface-échantillon définie, généralement un carré de 100 m de côté ou un cercle couvrant au moins un rayon égal à la longueur des pales avec un minimum de 50 m (Annexe 5, Figure 73). 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 de Les Penages du 12 novembre 2020 stipule que, le suivi environnemental devra être réalisé au cours de la première année complète de fonctionnement et au moins une fois tous les 10 ans. « Ce suivi est basé sur un minimum de 30 passages de début mars à fin octobre (suivi de la mortalité). La pression d'inventaire devra être plus forte dans la période de bridage avec au moins un passage par semaine entre le 1^{er} juillet et le 31 octobre ». En complément de cette demande, « lors de la première année de fonctionnement, et au moins une fois tous les 10 ans, des suivis de l'activité de l'avifaune et des chiroptères sont réalisés [...] : un suivi de l'activité des chiroptères en altitude au moyen d'écoutes sur nacelle du 1^{er} mars au 31 octobre, un suivi de l'activité des chiroptères au sol (3 passages par saison, soit 9 passages par an), un suivi de l'activité ornithologique, ciblé notamment sur les busards (3 passages en migration printanière, 4 en nidification et 3 en migration automnale, soit 10 passages par an) ».

Les suivis réalisés en 2024 respectent donc cet arrêté. Le suivi mortalité a débuté dès la semaine 10 (début mars), pour se terminer en semaine 44 (fin octobre). Il en est de même pour les écoutes en altitude des chiroptères à hauteur de nacelle (entre le 6 mars 2024 et 9 novembre 2024). Les suivis de l'activité des chiroptères au sol et de l'activité ornithologique, ciblé notamment sur les busards ont également été réalisés en 2024 conformément à l'arrêté d'autorisation du parc.

1.2.2 Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées

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

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

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

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

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

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

1.2.2.1.2. Détermination des coefficients correcteurs

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

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

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

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

1.2.2.1.3. Méthodes statistiques et incertitudes

- Évaluation du coefficient moyen de persistance des cadavres

Afin d'estimer au mieux le coefficient, nous avons repris la démarche développée dans le package R « carcass » (Korner-Nievergelt et al. 2015), repris également par l'estimateur de Korner-Nievergelt (2011) ou encore « GenEst » (Dalthorp et al. 2018), c'est-à-dire l'utilisation d'un modèle de survie classique pouvant utiliser comparativement quatre lois de distribution possibles parmi : "exponential", "weibull", "lognormal" et "loglogistic". Ces distributions classiques décrivent de manière différente la vitesse à laquelle disparaissent les cadavres au cours du temps. Ainsi, cela permet de s'appuyer sur une de ces distributions pour prédire au plus juste la réalité observée lors des tests de prédation en fonction du type de leurre déployé (mammifères et/ou oiseaux), de la période du test et de l'éolienne. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par AIC (détails en annexe 7). Le modèle sélectionné permet d'estimer les paramètres recherchés avec leurs incertitudes (intervalles de confiance à 95%) et prédites en fonction des facteurs retenus.

- Évaluation du coefficient moyen d'efficacité de recherche

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

- Évaluation des incertitudes

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

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

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

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

1.2.2.2 Méthode de recherche des cadavres

1.2.2.2.1 Méthode par transects circulaires

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

Ce protocole présente plusieurs avantages :

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

Les prospections s'effectuent à pied sous les éoliennes et dans un rayon de 50 m autour de chaque éolienne : 11 cercles éloignés de 5 m les uns des autres, en partant du plus éloigné du mât de l'éolienne (50 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 50 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, 11 cercles de diamètre variable ont été parcourus ainsi qu'un tour au pied de l'éolienne.

Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir 1 866 m de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.

1.2.2.2.2 Données collectées

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

1.2.2.2.3. Détermination des cadavres

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

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

Pour limiter les risques de modification comportementale des prédateurs (charronnage) et éviter les doubles comptages, tous les cadavres découverts sont replacés simplement en dehors de l'aire de prospection. Pour les chiroptères, Biotope dispose d'une dérogation valide pour enlever et transporter les cadavres trouvés.

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 7.

1.2.2.4 Étude de l'activité de l'avifaune

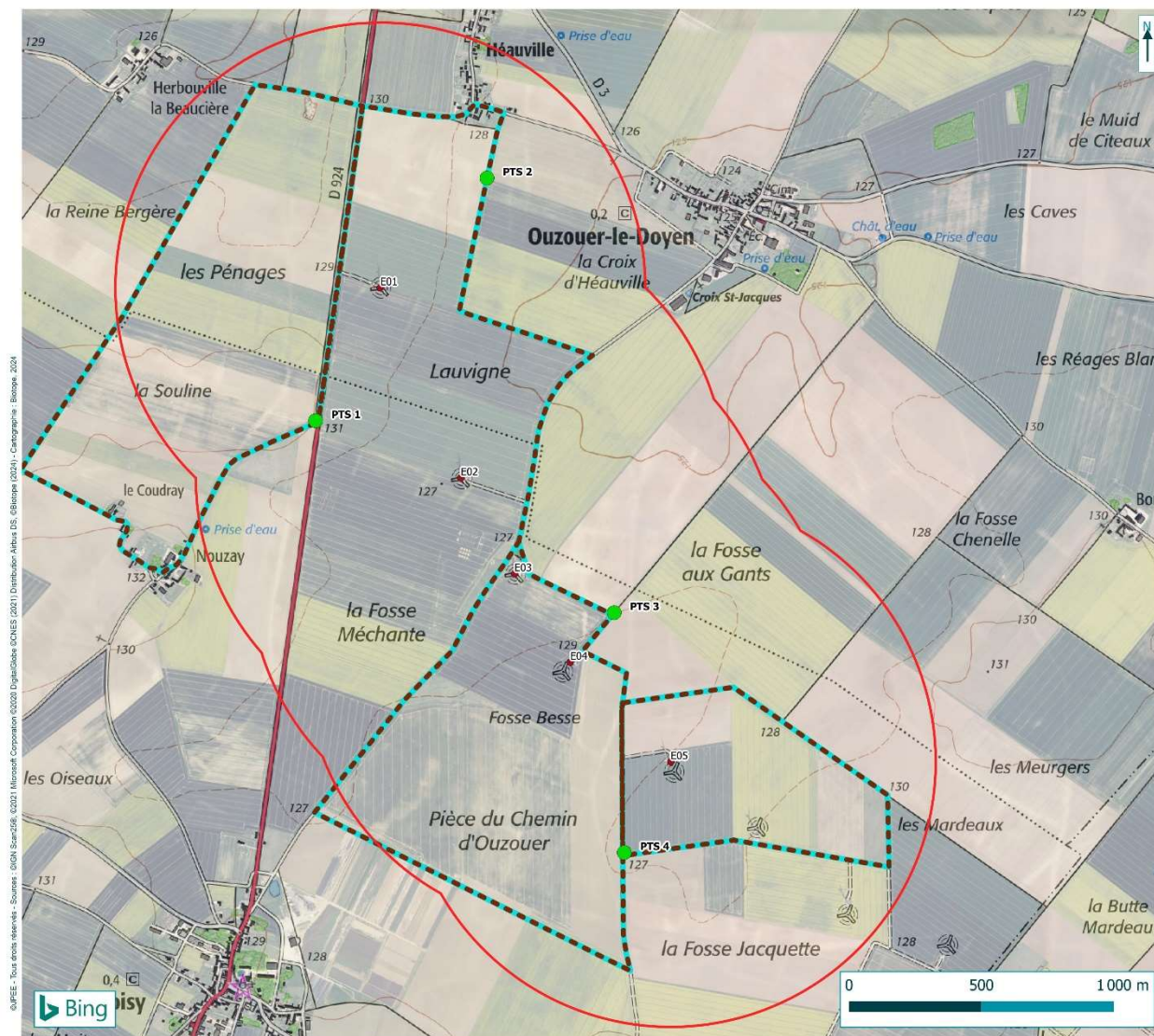
Pour le suivi « rapaces », le protocole utilisé consistait en quatre points d'une heure et demie chacun placés de façon à avoir une vue d'ensemble du site. Les oiseaux observés lors des déplacements d'un point à l'autre ont également été notés. Les rapaces pouvant avoir des périodes de vol différentes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

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. Dans le but de confirmer la localisation précise d'un ou plusieurs nids trouvés sur le secteur d'étude et afin d'évaluer l'âge des poussins de busards, l'utilisation d'un drone a été réalisée (technique évitant la dégradation de la parcelle en culture, évitant l'augmentation du risque de prédation et limitant fortement le dérangement de la nichée). En cas de nécessité (risque de destruction de la nichée par la moisson de la parcelle), un contact est établi avec le propriétaire de la parcelle et la protection du nid est réalisée. La ou les nichées sont ensuite suivies jusqu'à l'envol des jeunes.

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

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 d'1 km autour du parc ;
- Étudier les comportements à risque qui pourrait entraîner une mortalité avec les éoliennes.



Suivi des rapaces au niveau du parc éolien de Les Penages - Méthodologie

Parc éolien de Les Penages - Suivi environnemental 2024
Communes de Moisy et Ouzouer-le-Doyen (41)

Suivi visuel des rapaces en migration prénuptiale, nidification et migration postnuptiale entre février et novembre 2024

- Eoliennes du parc de Les Penages
- Aire d'étude de 1km autour des éoliennes
- Points d'observation
- Itinéraire emprunté lors du suivi

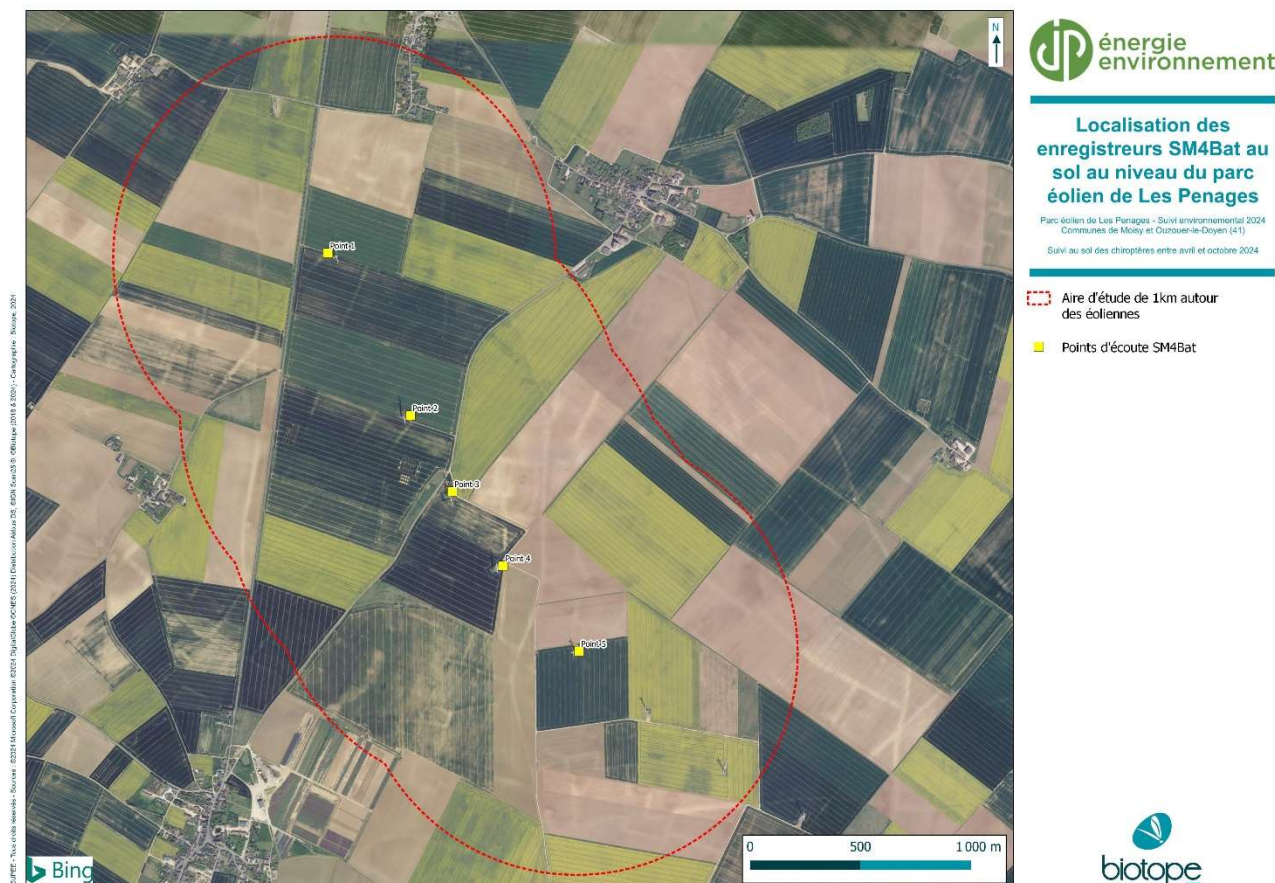


Carte 3 : Suivi des rapaces au niveau du parc éolien de Les Penages - Méthodologie

1.2.2.5 Étude de l'activité des chiroptères au sol

1.2.2.5.1. Localisation des dispositifs d'écoute

En 2024, les dispositifs d'acquisition des données chiroptérologiques ont été installés au sol à proximité de chacune des 5 éoliennes du parc éolien de Les Penages.



Carte 4 : Localisation des enregistreurs SM4Bat au sol au niveau du parc éolien de Les Penages

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 3).

En 2024, les microphones ont été installés sous les 5 éoliennes à 9 reprises durant la période d'activité (3 au printemps, 3 en été et 3 en automne).

Tableau 3 : Paramétrage des enregistreurs au sol

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.

1.2.2.5.2.1. Calendrier des enregistrements

Les enregistrements ont ciblé 3 périodes correspondant aux pics d'activités des chauves-souris :

- Le printemps (avril-mai), lorsque les individus recherchent leurs gîtes de mise-bas ;
- L'été (juin-début août), lorsque les colonies de reproduction sont installées : période de mise-bas et élevage des jeunes ;
- L'automne (mi-août-octobre), lors de la dispersion des jeunes, de l'accouplement et de la recherche des gîtes hivernaux.

Tableau 4 : Nombre d'enregistreurs déployés et durées d'enregistrement

Passages/dates	Points fixes d'enregistrement	
	Nombre d'enregistreurs	Nombre de nuits d'enregistrement
3 passages au printemps (11/04/2024, 23/04/2024 et 16/05/2024)	5	5 appareils x 3 sessions = 15 nuits
3 passages en été (18/06/2024, 23/07/2024 et 07/08/2024)	5	5 appareils x 3 sessions = 15 nuits
3 passages en automne (28/08/2024, 09/09/2024 et 14/10/2024)	5	5 appareils x 3 sessions = 15 nuits
Total points-nuits : 45 nuits dont 6 sans contacts de chiroptères (5 le 23/04/2024 et 1 le 09/09/2024)		

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.

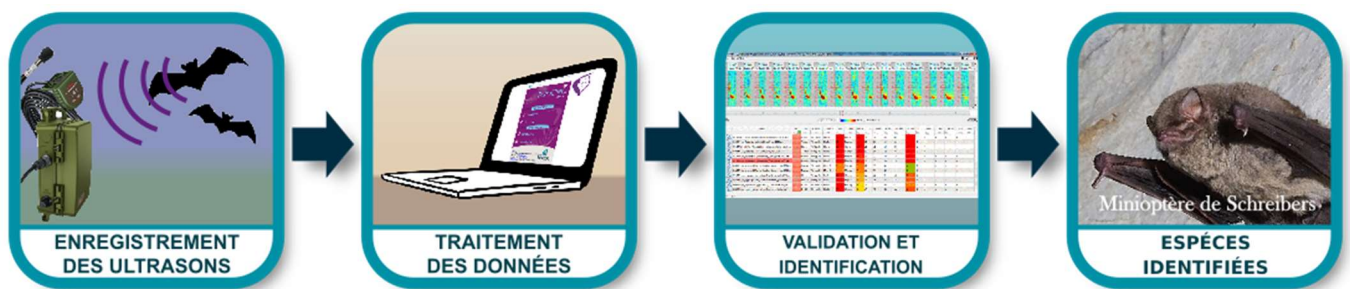


Figure 2 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope

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

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

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

Tableau 5 : Identification des espèces de chiroptères

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements très favorables	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements défavorables
Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophe euryale	
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand Rhinolophe	
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	Grands Myotis	
Petit Murin	<i>Myotis blythii</i>		

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

1.2.2.5.6. Évaluation des niveaux d'activité

1.2.2.5.6.1. Unité de mesure de l'activité

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

Dans cette étude, tout contact affiché correspond donc à une minute positive, c'est-à-dire une minute au cours de laquelle une espèce a été contactée. Qu'il y ait un fichier d'enregistrement ou 10 au cours d'une minute, l'incrémentatation 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 altitude (ActiChiro-Altitude). Les nouveaux référentiels recueillent, pour ActiChiro-Sol, 9 000 points-nuits (un point-nuit correspondant à un point par nuit d'enregistrement) et 2 900 sites ; et pour ActiChiro-Altitude, 111 sites et plus de 35 000 points-nuits, répartis sur l'ensemble de la France et sur les 10 dernières années.

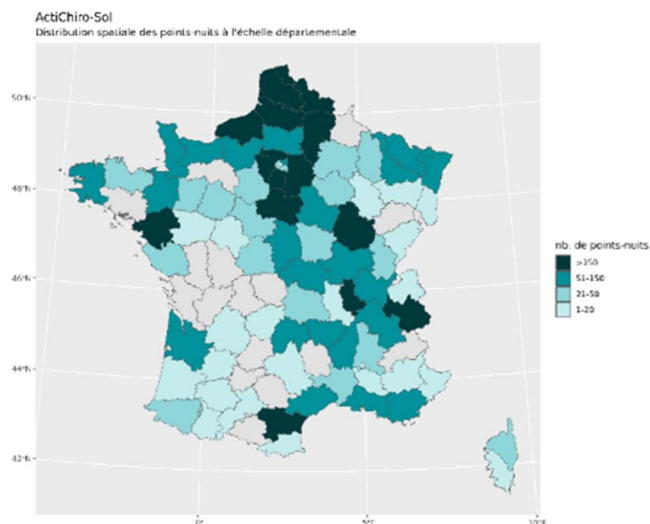


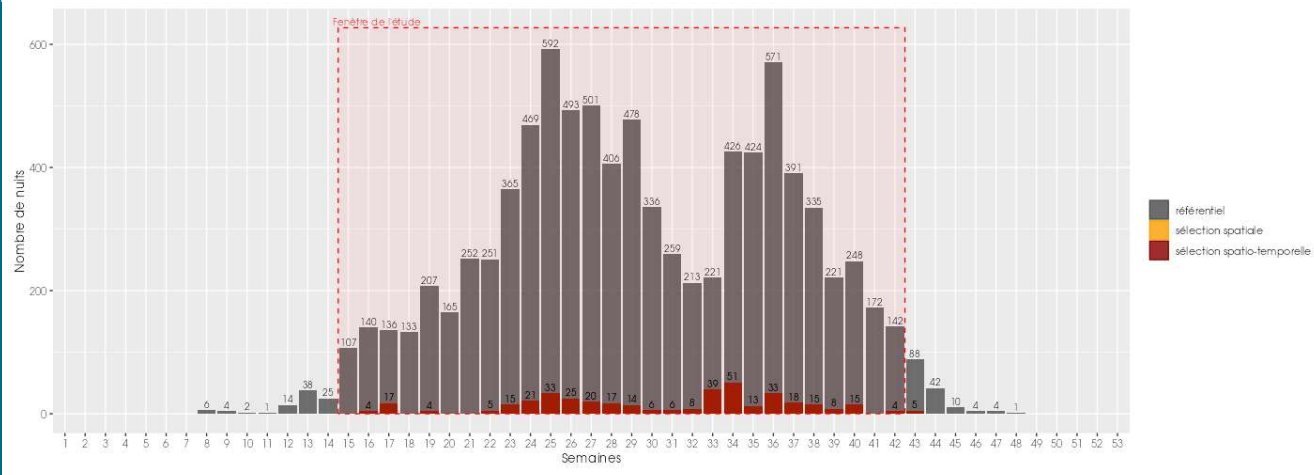
Figure 3 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel sol

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 donc un référentiel dédié pour chaque étude.

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

Tableau 6 : Référentiel ActiChiro-Sol utilisé pour cette étude sur l'ensemble de la période d'écoute

Pour le suivi sur l'ensemble de la période																																																																																																																																																																																																																									
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 95 km autour du centroïde des points d'écoute réalisés dans le cadre de cette étude.																																																																																																																																																																																																																								
Sélection temporelle du référentiel	De 15 jours avant la période d'enregistrement à 15 jours après																																																																																																																																																																																																																								
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude*																																																																																																																																																																																																																								
<div><div><p>Sélection temporelle du référentiel</p><table><tr><th>Semaine</th><th>référentiel</th><th>sélection spatiale</th><th>sélection spatio-temporelle</th></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>8</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>9</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>10</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>11</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>12</td><td>14</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>13</td><td>38</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>14</td><td>25</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>15</td><td>107</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>16</td><td>140</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>17</td><td>136</td><td>17</td><td>17</td></tr><tr><td>18</td><td>133</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>19</td><td>207</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>20</td><td>165</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>21</td><td>252</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>22</td><td>251</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>23</td><td>305</td><td>15</td><td>15</td></tr><tr><td>24</td><td>469</td><td>21</td><td>21</td></tr><tr><td>25</td><td>592</td><td>33</td><td>33</td></tr><tr><td>26</td><td>493</td><td>25</td><td>25</td></tr><tr><td>27</td><td>501</td><td>20</td><td>20</td></tr><tr><td>28</td><td>476</td><td>17</td><td>17</td></tr><tr><td>29</td><td>478</td><td>14</td><td>14</td></tr><tr><td>30</td><td>330</td><td>6</td><td>6</td></tr><tr><td>31</td><td>259</td><td>6</td><td>6</td></tr><tr><td>32</td><td>213</td><td>8</td><td>8</td></tr><tr><td>33</td><td>221</td><td>39</td><td>39</td></tr><tr><td>34</td><td>425</td><td>51</td><td>51</td></tr><tr><td>35</td><td>424</td><td>13</td><td>13</td></tr><tr><td>36</td><td>571</td><td>33</td><td>33</td></tr><tr><td>37</td><td>391</td><td>18</td><td>18</td></tr><tr><td>38</td><td>335</td><td>15</td><td>15</td></tr><tr><td>39</td><td>221</td><td>8</td><td>8</td></tr><tr><td>40</td><td>248</td><td>15</td><td>15</td></tr><tr><td>41</td><td>172</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>42</td><td>142</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>43</td><td>88</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>44</td><td>42</td><td>10</td><td>10</td></tr><tr><td>45</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>46</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>47</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>48</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>49</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>50</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>51</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>52</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>53</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table></div></div>		Semaine	référentiel	sélection spatiale	sélection spatio-temporelle	1	6	0	0	2	4	0	0	3	2	0	0	4	1	0	0	5	0	0	0	6	0	0	0	7	0	0	0	8	0	0	0	9	0	0	0	10	0	0	0	11	0	0	0	12	14	0	0	13	38	0	0	14	25	0	0	15	107	4	4	16	140	4	4	17	136	17	17	18	133	4	4	19	207	4	4	20	165	4	4	21	252	4	4	22	251	5	5	23	305	15	15	24	469	21	21	25	592	33	33	26	493	25	25	27	501	20	20	28	476	17	17	29	478	14	14	30	330	6	6	31	259	6	6	32	213	8	8	33	221	39	39	34	425	51	51	35	424	13	13	36	571	33	33	37	391	18	18	38	335	15	15	39	221	8	8	40	248	15	15	41	172	4	4	42	142	5	5	43	88	5	5	44	42	10	10	45	4	4	4	46	4	4	4	47	4	4	4	48	1	1	1	49	0	0	0	50	0	0	0	51	0	0	0	52	0	0	0	53	0	0	0
Semaine	référentiel	sélection spatiale	sélection spatio-temporelle																																																																																																																																																																																																																						
1	6	0	0																																																																																																																																																																																																																						
2	4	0	0																																																																																																																																																																																																																						
3	2	0	0																																																																																																																																																																																																																						
4	1	0	0																																																																																																																																																																																																																						
5	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						
6	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						
7	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						
8	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						
9	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						
10	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						
11	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						
12	14	0	0																																																																																																																																																																																																																						
13	38	0	0																																																																																																																																																																																																																						
14	25	0	0																																																																																																																																																																																																																						
15	107	4	4																																																																																																																																																																																																																						
16	140	4	4																																																																																																																																																																																																																						
17	136	17	17																																																																																																																																																																																																																						
18	133	4	4																																																																																																																																																																																																																						
19	207	4	4																																																																																																																																																																																																																						
20	165	4	4																																																																																																																																																																																																																						
21	252	4	4																																																																																																																																																																																																																						
22	251	5	5																																																																																																																																																																																																																						
23	305	15	15																																																																																																																																																																																																																						
24	469	21	21																																																																																																																																																																																																																						
25	592	33	33																																																																																																																																																																																																																						
26	493	25	25																																																																																																																																																																																																																						
27	501	20	20																																																																																																																																																																																																																						
28	476	17	17																																																																																																																																																																																																																						
29	478	14	14																																																																																																																																																																																																																						
30	330	6	6																																																																																																																																																																																																																						
31	259	6	6																																																																																																																																																																																																																						
32	213	8	8																																																																																																																																																																																																																						
33	221	39	39																																																																																																																																																																																																																						
34	425	51	51																																																																																																																																																																																																																						
35	424	13	13																																																																																																																																																																																																																						
36	571	33	33																																																																																																																																																																																																																						
37	391	18	18																																																																																																																																																																																																																						
38	335	15	15																																																																																																																																																																																																																						
39	221	8	8																																																																																																																																																																																																																						
40	248	15	15																																																																																																																																																																																																																						
41	172	4	4																																																																																																																																																																																																																						
42	142	5	5																																																																																																																																																																																																																						
43	88	5	5																																																																																																																																																																																																																						
44	42	10	10																																																																																																																																																																																																																						
45	4	4	4																																																																																																																																																																																																																						
46	4	4	4																																																																																																																																																																																																																						
47	4	4	4																																																																																																																																																																																																																						
48	1	1	1																																																																																																																																																																																																																						
49	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						
50	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						
51	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						
52	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						
53	0	0	0																																																																																																																																																																																																																						

*La croix de localisation de l'étude correspond au centroïde des points d'écoute sélectionnés.

Tableau 7 : Référentiel ActiChiro-Sol utilisé pour cette étude au printemps

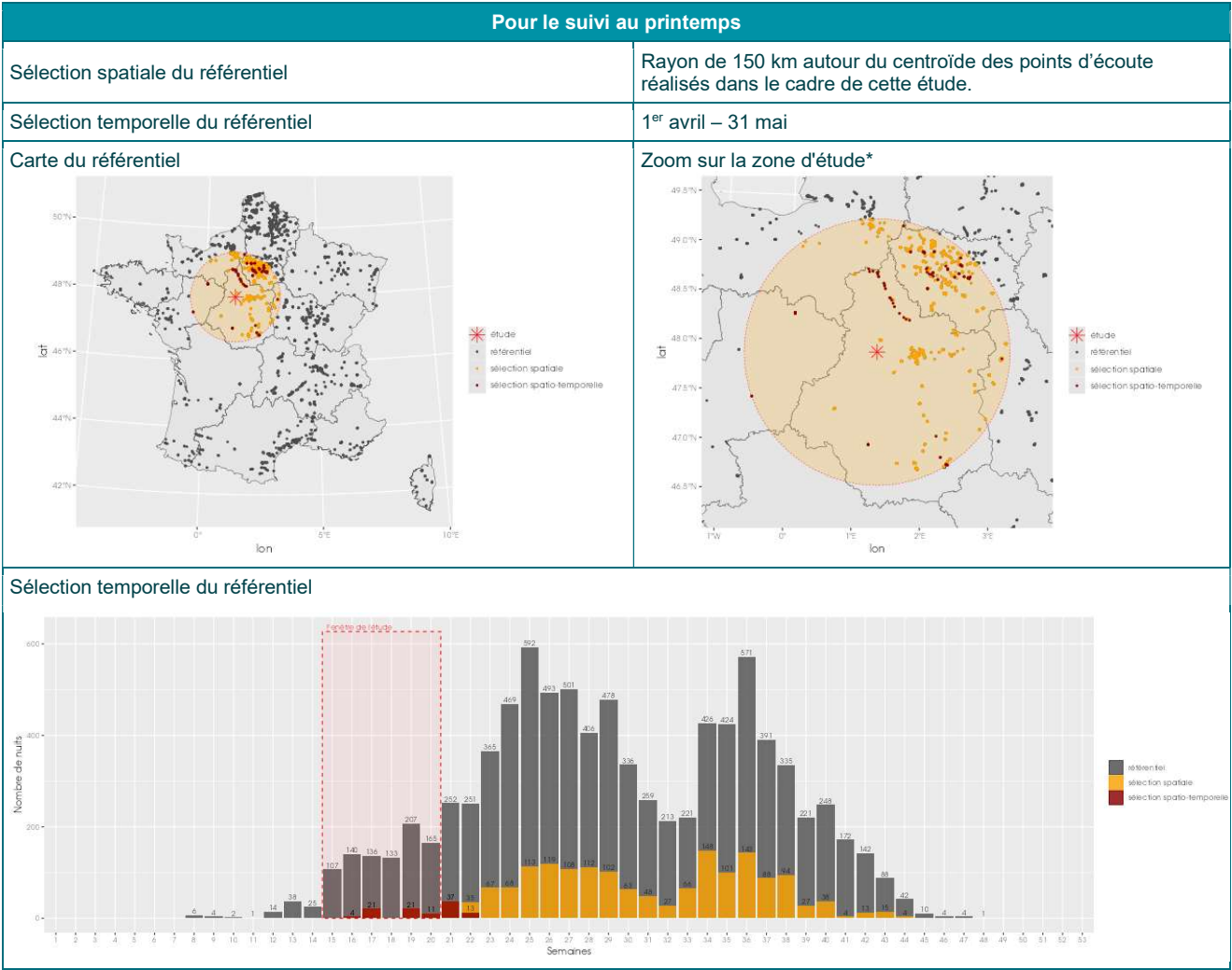
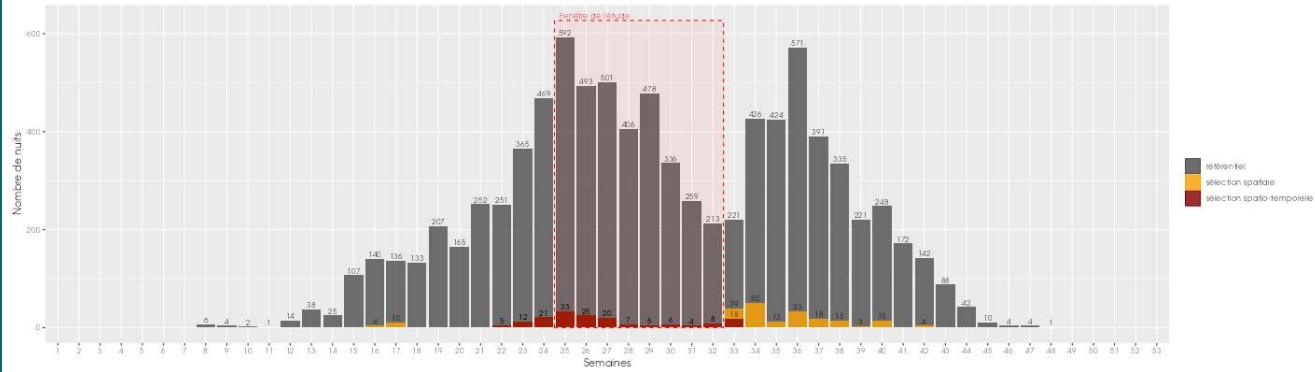
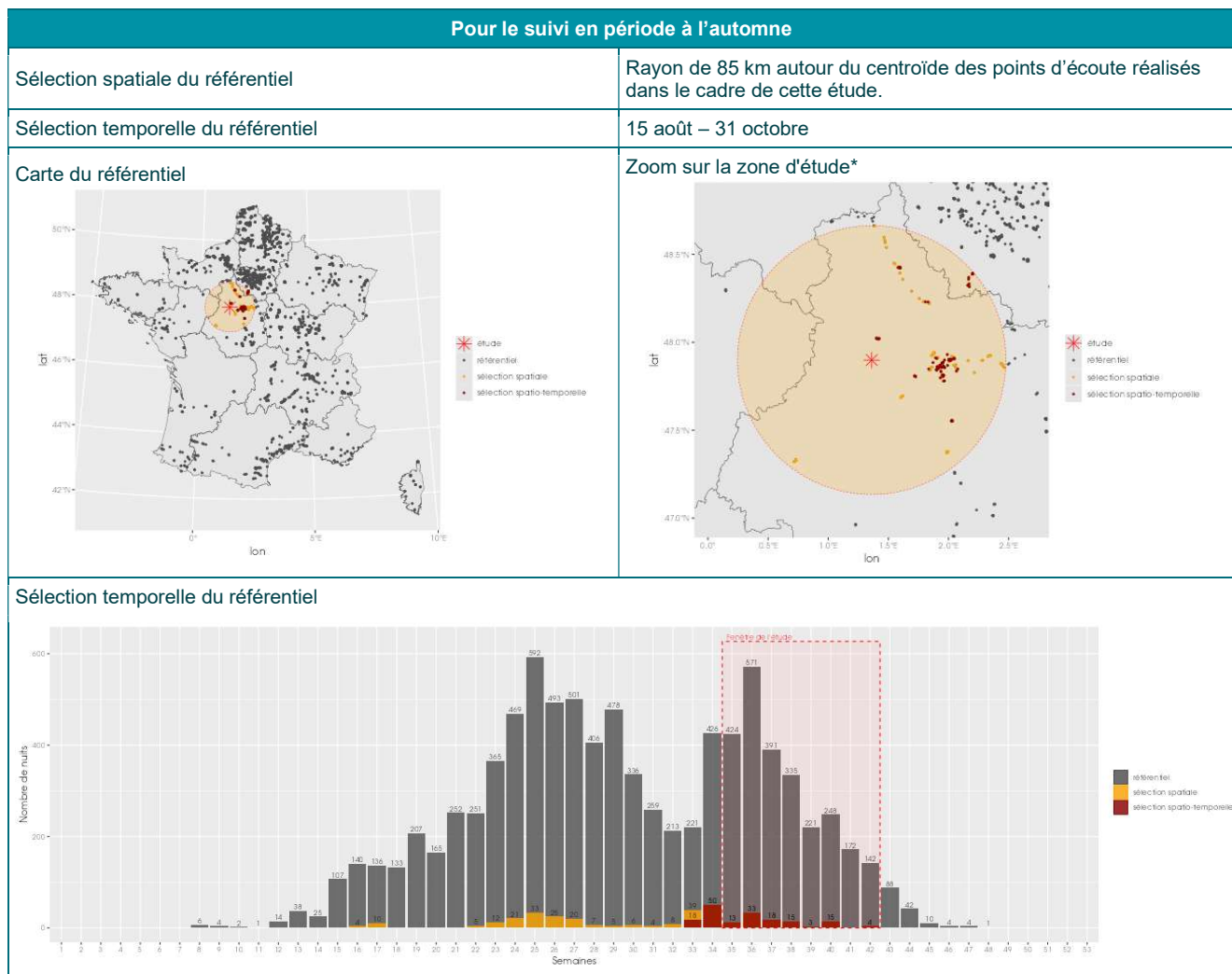


Tableau 8 : Référentiel ActiChiro-Sol utilisé pour cette étude en période estivale

Pour le suivi en été	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 85 km autour du centroïde des points d'écoute réalisés dans le cadre de cette étude.
Sélection temporelle du référentiel	1 ^{er} juin – 15 août
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude*
<p>Sélection temporelle du référentiel</p> 	

*La croix de localisation de l'étude correspond au centroïde des points d'écoute sélectionnés.

Tableau 9 : Référentiel ActiChiro-Sol utilisé pour cette étude à l'automne



*La croix de localisation de l'étude correspond au centroïde des points d'écoute sélectionnés.

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 1 000 fois N points-nuits (au hasard et avec remise) et va calculer l'activité moyenne en minute positive pour chacun de ces échantillons (1ère utilisation de la méthode de bootstraps). Ceci permet de construire une distribution de l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce (lorsque l'espèce est détectée ou non). Puis dans un second temps, ActiChiro® va piocher, pour chaque espèce, 1000 fois n points-nuits (au hasard et avec remise) parmi les points-nuits où l'espèce est détectée uniquement. ActiChiro® va pouvoir calculer l'activité moyenne en minute positive pour chacun de ces échantillons (2ème utilisation de la méthode de bootstraps). Ceci permet de construire une distribution de l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce (lorsque l'espèce est présente).

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

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

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

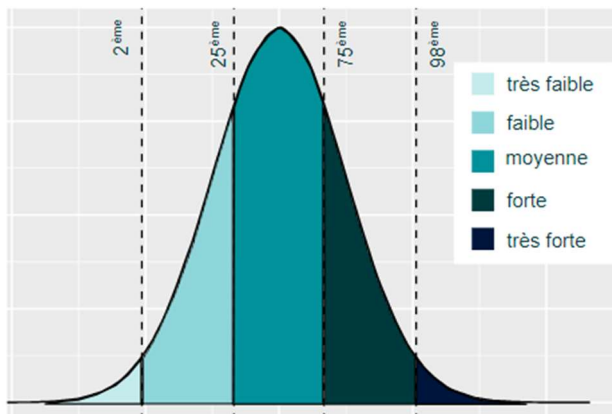


Figure 4 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude

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 contact est la minute positive. Chaque tableau rend compte du :

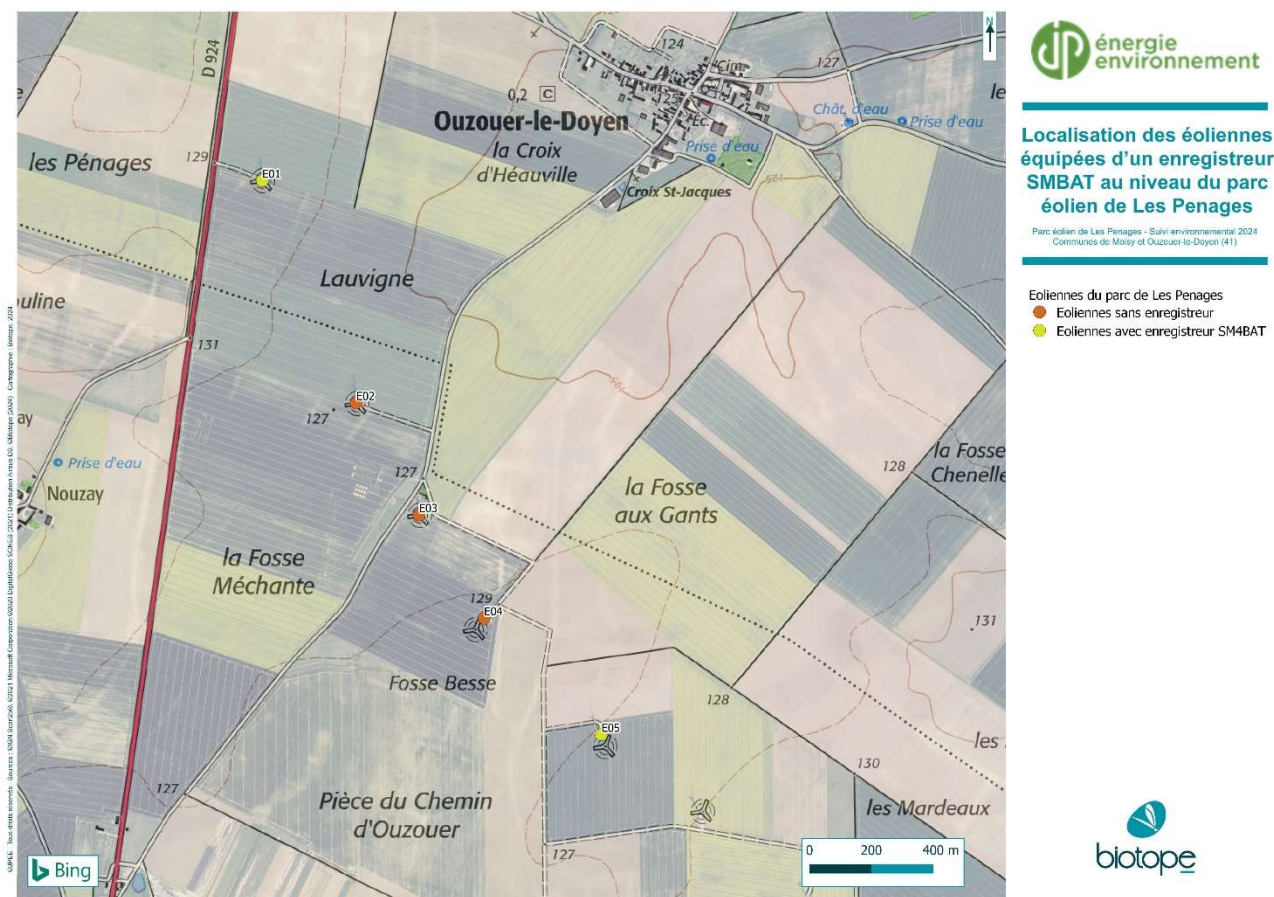
- Nombre de point-nuits : le nombre total de nuits analysé quel que soit le point ;
- Occurrence par point-nuit : la proportion du nombre de nuits où l'espèce a été contactée (sur le nombre total de points-nuits) ;
- L'activité moyenne (en minute positive) par point-nuit ;
- Le nombre total de contacts sur la saison (soit sur l'ensemble des 9 sessions : 3 au printemps, 3 en été et 3 en automne) ;

Le niveau d'activité obtenu par comparaison de l'activité moyenne de chaque espèce à la distribution issue du référentiel construit pour l'étude.

1.2.2.6 Étude de l'activité des chiroptères en altitude

1.2.2.6.1. Localisation des dispositifs d'écoute

En 2024, les dispositifs d'acquisition des données chiroptérologiques ont été installés sur les éoliennes E01 et E05 du parc éolien de Les Penages. Le parc étant implanté sur une seule ligne d'orientation nord-ouest/sud-est, la distance entre la première et la dernière éolienne étant importante (environ 2,1 km), il a été fait le choix d'installer deux dispositifs d'enregistrements à chaque extrémité du parc, soit E01 et E05.



Carte 5 : Localisation des éoliennes équipées d'un enregistreur SMBAT au niveau du parc éolien de Les Penages

1.2.2.6.2. 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 10).

En 2024, les microphones ont été installés sur les éoliennes E01 et E05, en nacelle, à 75 m de hauteur.

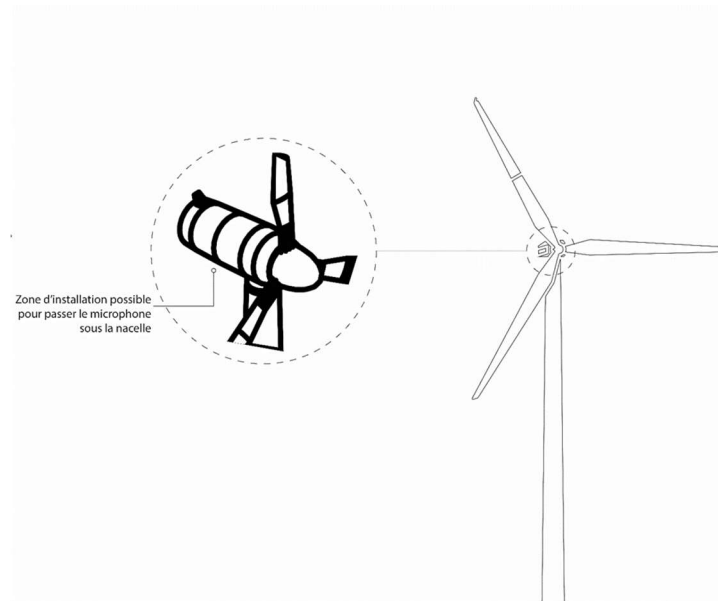


Figure 5 : Localisation de l'implantation du microphone en nacelle. © Biotope

Tableau 10 : Paramétrage des enregistreurs en hauteur

Paramètres d'enregistrement	SM4BAT
Type de microphone utilisé	SMM-U2
Filtre Pass Haut	1 KHz
Fréquence d'échantillonnage	192 KHz
Fréquence minimale	14 KHz
Fréquence maximale	100 KHz
Durée minimale de déclenchement	1,5 ms
Niveau du trigger	12 dB
Trigger maximal	5 sec.
Déclenchement avant le coucher du soleil	1 h
Arrêt après le lever du soleil	30 min.



Photo microphone dans l'éolienne E01



Photo enregistreur dans l'éolienne E01

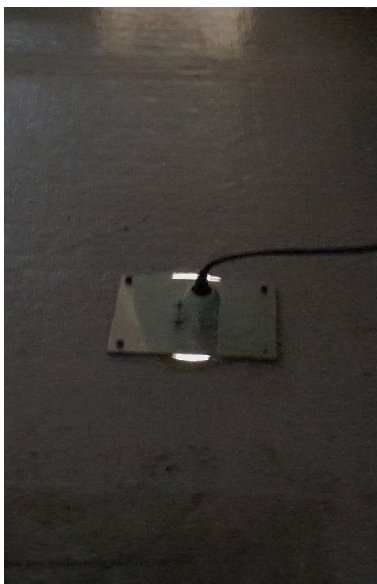


Photo microphone dans l'éolienne E05

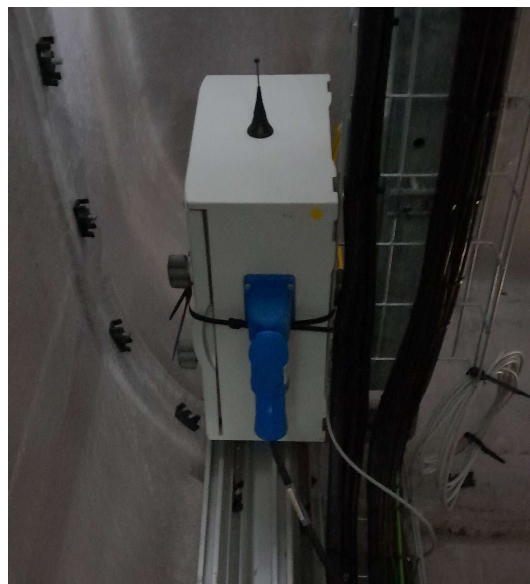


Photo enregistreur dans l'éolienne E05

Microphones et enregistreurs SM4BAT installés en nacelle E01 et E05 du parc éolien de Les Penages

1.2.2.6.2.1. Calendrier des enregistrements

L'activité des chauves-souris en altitude a été analysée durant environ 8 mois, du 6 mars 2024 au 9 novembre 2024.

Au total, 248 nuits ont été analysées (dont 131 nuits exploitables = présentant des sons). Aucune panne ou dysfonctionnement n'a été à déplorer.

Tableau 11 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période de suivi

Nombre de nuits exploitables* sur le microphone			
Mars 2024	25	Août 2024	31
Avril 2024	30	Septembre 2024	30
Mai 2024	31	Octobre 2024	31
Juin 2024	30	Novembre 2024	9
Juillet 2024	31	-	-
TOTAL			248

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

1.2.2.6.2.2. Représentativité des inventaires

Du fait du nombre de nuits d'enregistrement, 248 nuits entre mars 2024 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.

Les graphiques suivants présentent la courbe d'accumulation calculée sur les éoliennes E01 et E05. Ces courbes représentent le cumul des nouvelles espèces contactées en fonction de l'effort d'échantillonnage. La construction de ces courbes prend en compte la saisonnalité.

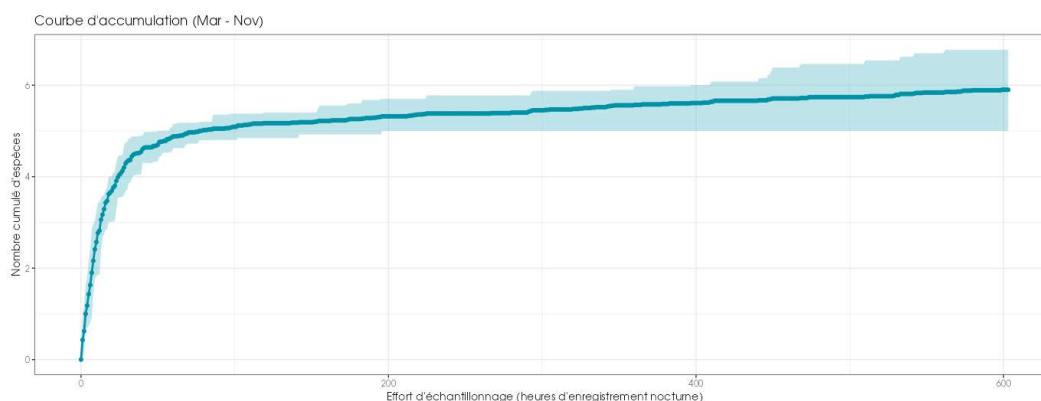


Figure 6 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne E01 du parc de Les Penages

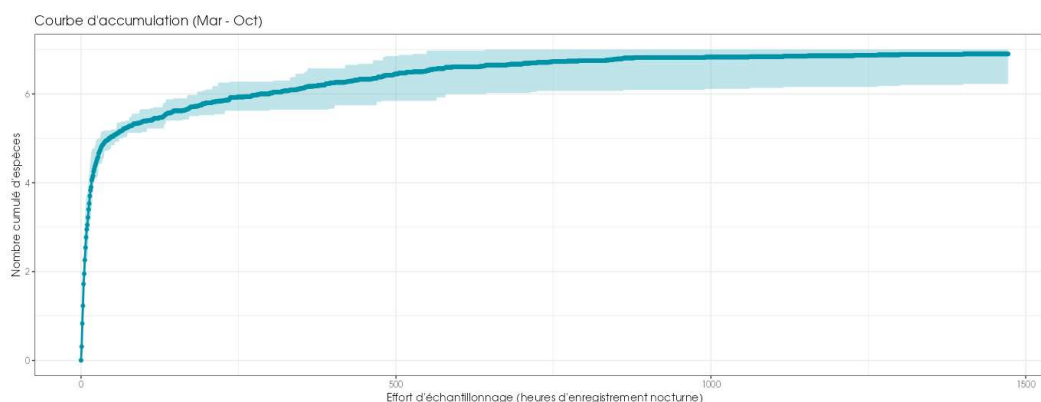


Figure 7 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne E05 du parc de Les Penages

1.2.2.6.3. 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.

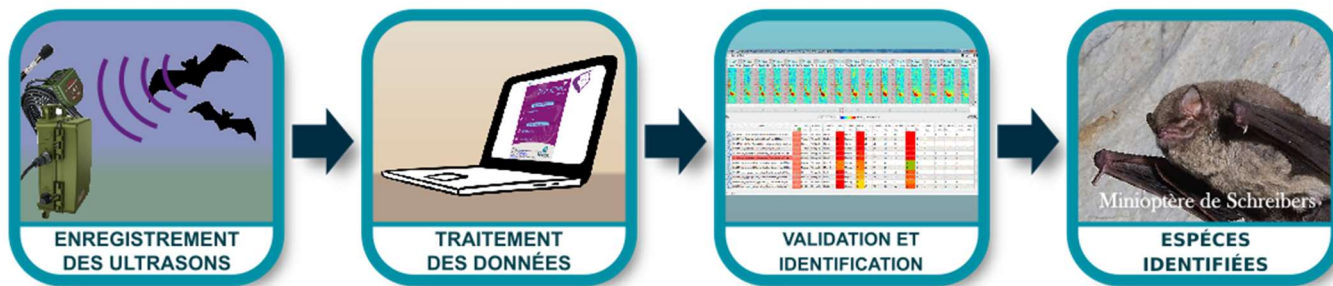


Figure 8 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope

1.2.2.6.4. 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.

1.2.2.6.5. Validation et identification des espèces par un chiroptérologue

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

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

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

Tableau 12 : Identification des espèces de chiroptères

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

1.2.2.6.6. Évaluation des niveaux d'activité

1.2.2.6.6.1. Unité de mesure de l'activité

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

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

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

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

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

1.2.2.6.6.2. 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.

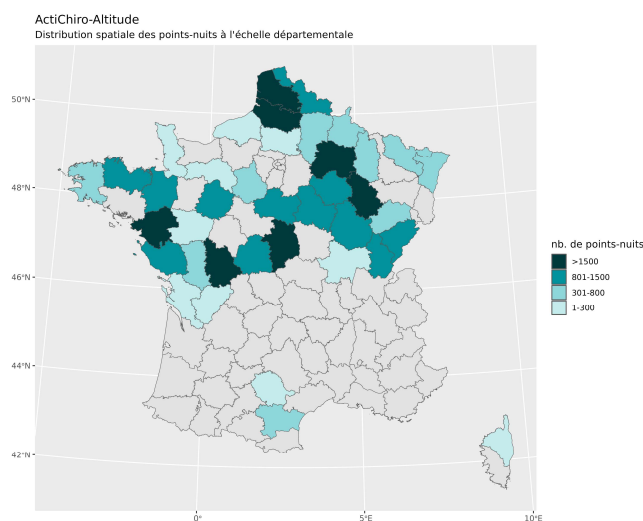


Figure 9 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude

1.2.2.6.6.3. 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 détaillées ci-dessous. Les référentiels utilisés (pour l'ensemble de l'année et par saison) sont identiques pour les deux éoliennes :

Tableau 13 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé sur l'ensemble de l'année pour cette étude

Pour le suivi sur l'ensemble de l'année	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 150 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 avant à 15 jours après la période d'enregistrement.
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude*
Sélection temporelle du référentiel	

*La croix de localisation de l'étude correspond au centroïde des points d'écoute sélectionnés.

Tableau 14 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé sur la période printanière pour cette étude

Pour le suivi au cours de la période printanière	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 180 km autour du centroïde des points d'écoute réalisés dans le cadre de cette étude.
Sélection de l'altitude du référentiel	Hauteur des points d'écoute de 60 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	Du 1 ^{er} mars au 31 mai
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude*
Sélection temporelle du référentiel	

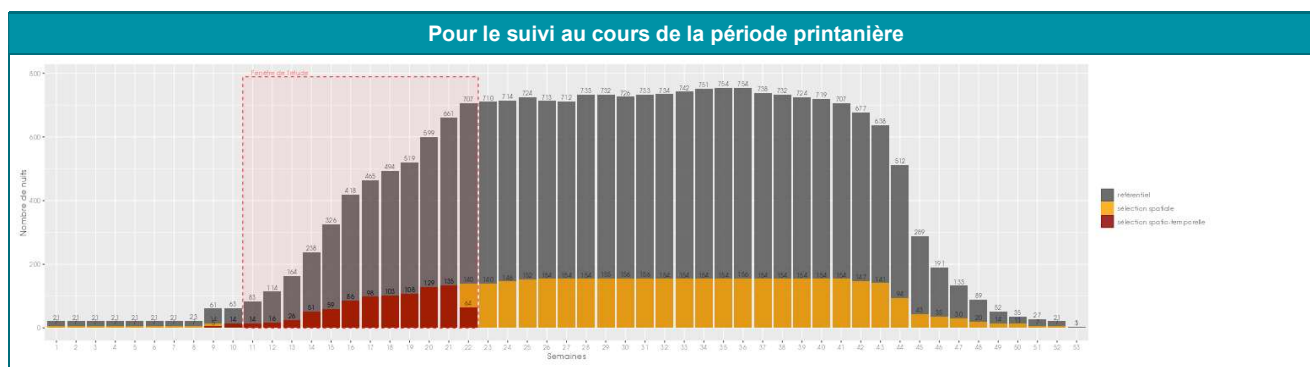


Tableau 15 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé sur la période estivale pour cette étude

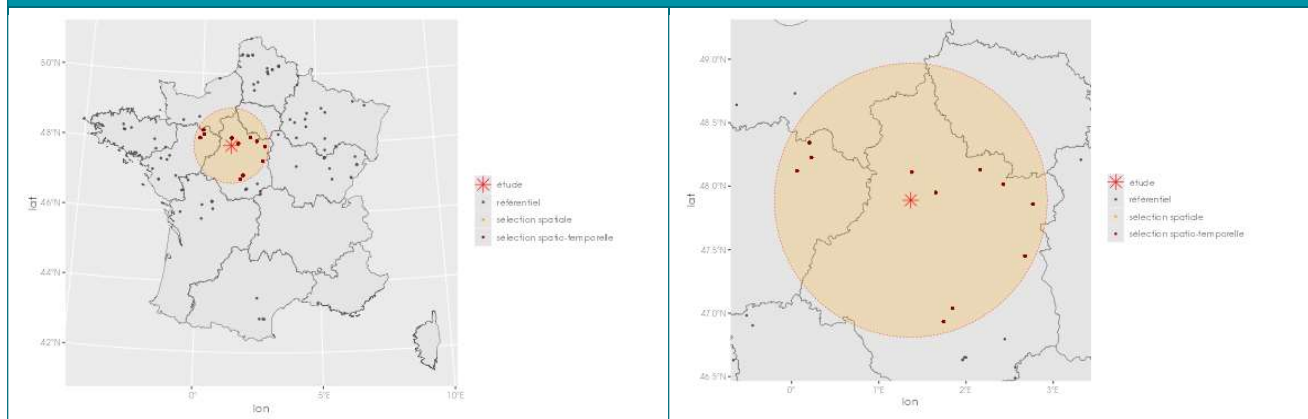
Pour le suivi au cours de la période estivale	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 120 km autour du centroïde des points d'écoute réalisés dans le cadre de cette étude.
Sélection de l'altitude du référentiel	Hauteur des points d'écoute de 60 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	Du 1 ^{er}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

*La croix de localisation de l'étude correspond au centroïde des points d'écoute sélectionnés.

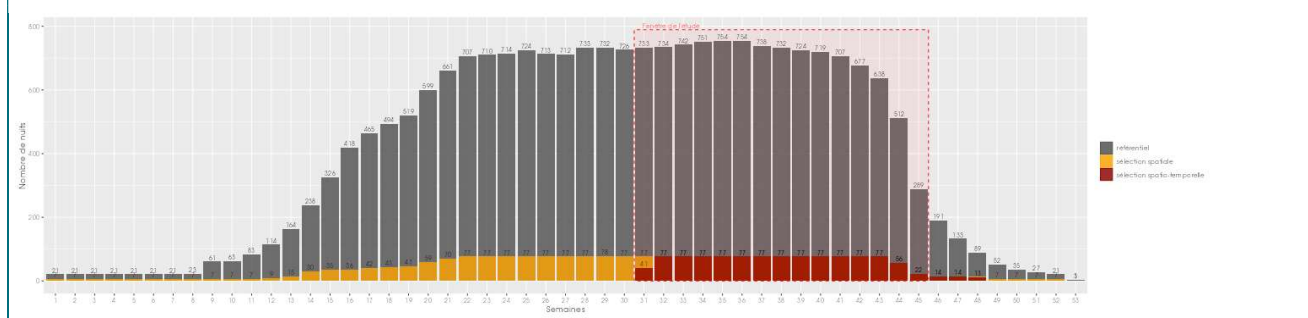
Tableau 16 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé sur la période automnale pour cette étude

Pour le suivi au cours de la période automnale	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 120 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 novembre
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude*

Pour le suivi au cours de la période automnale



Sélection temporelle du référentiel



*La croix de localisation de l'étude correspond au centroïde des points d'écoute sélectionnés.

A noter que les paramètres sélectionnés pour constituer les référentiels de comparaison sont identiques entre l'éolienne E01 et E05 du parc éolien de Les Penages.

1.2.2.6.6.4. 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 1 000 fois N points-nuits (au hasard et avec remise) et va calculer l'activité moyenne en minute positive pour chacun de ces échantillons (1ère utilisation de la méthode de bootstraps). Ceci permet de construire une distribution de l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce (lorsque l'espèce est détectée ou non). Puis dans un second temps, ActiChiro® va piocher, pour chaque espèce, 1000 fois n points-nuits (au hasard et avec remise) parmi les points-nuits où l'espèce est détectée uniquement. ActiChiro® va pouvoir calculer l'activité moyenne en minute positive pour chacun de ces échantillons (2ème utilisation de la méthode de bootstraps). Ceci permet de construire une distribution de l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce (lorsque l'espèce est présente).

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

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

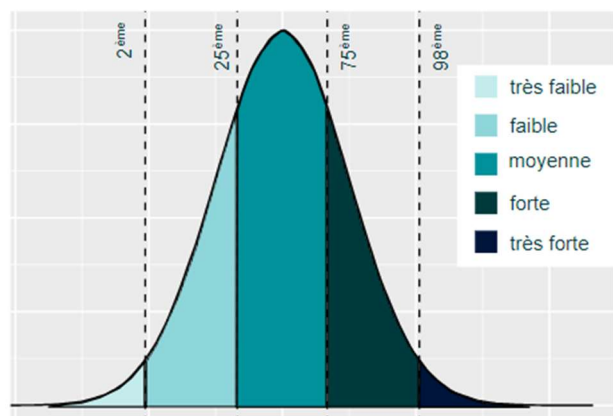


Figure 10 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude

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.

1.2.2.6.7. Acquisition et croisement des données météorologiques

Les données météorologiques ont été transmises par JP Energie Environnement. Elles ont été acquises par les capteurs disposés sur les éoliennes E01 et E05 du parc éolien de Les Penages. La vitesse de vent et la température sont mesurées à 75 m de haut. Les données sont enregistrées toutes les 10 minutes.

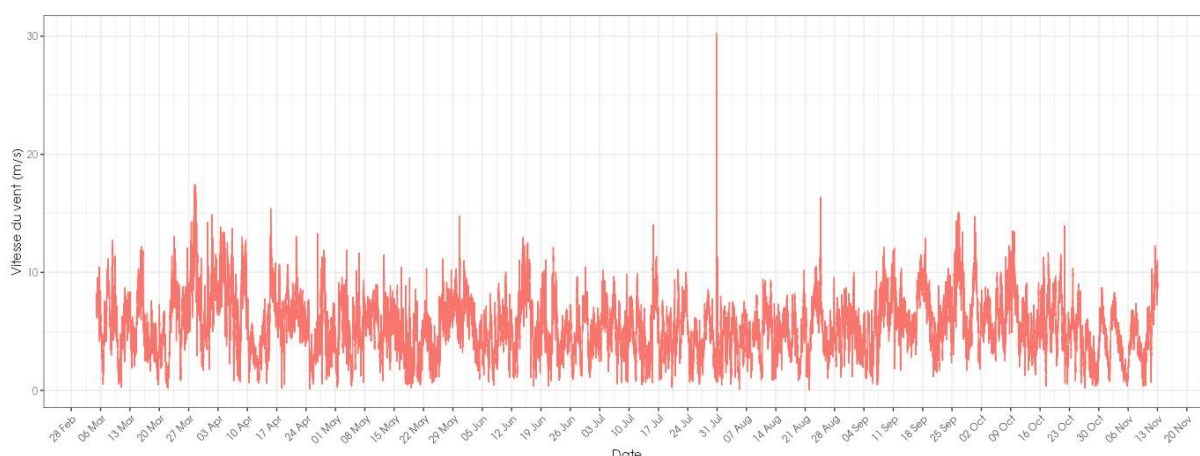


Figure 11 : Schéma temporel de la vitesse du vent à 75 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E01 du parc de Les Penages, entre mars et novembre 2024

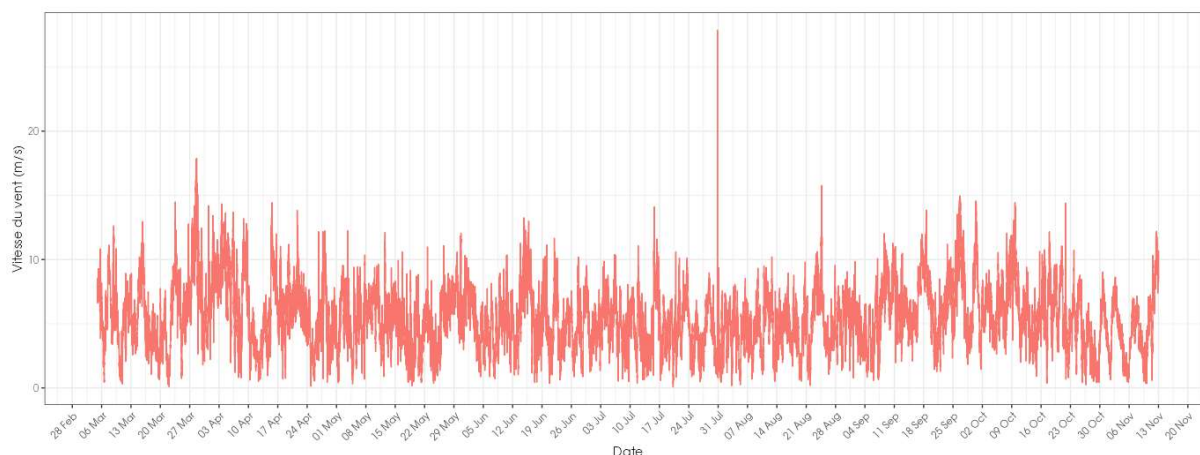


Figure 12 : Schéma temporel de la vitesse du vent à 75 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E05 du parc de Les Penages, entre mars et novembre 2024

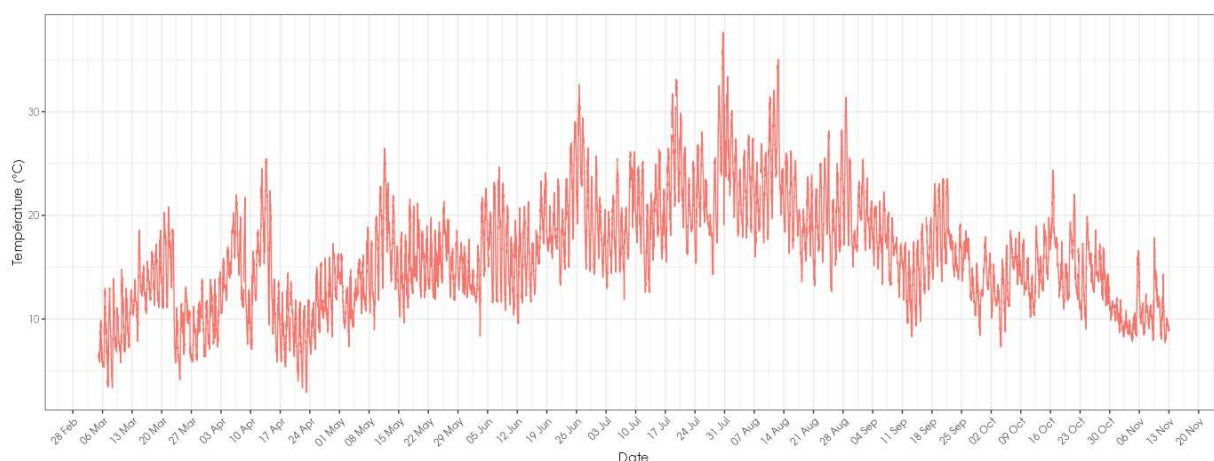


Figure 13 : Schéma temporel de la température à 75 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E01 du parc de Les Penages, entre mars et novembre 2024

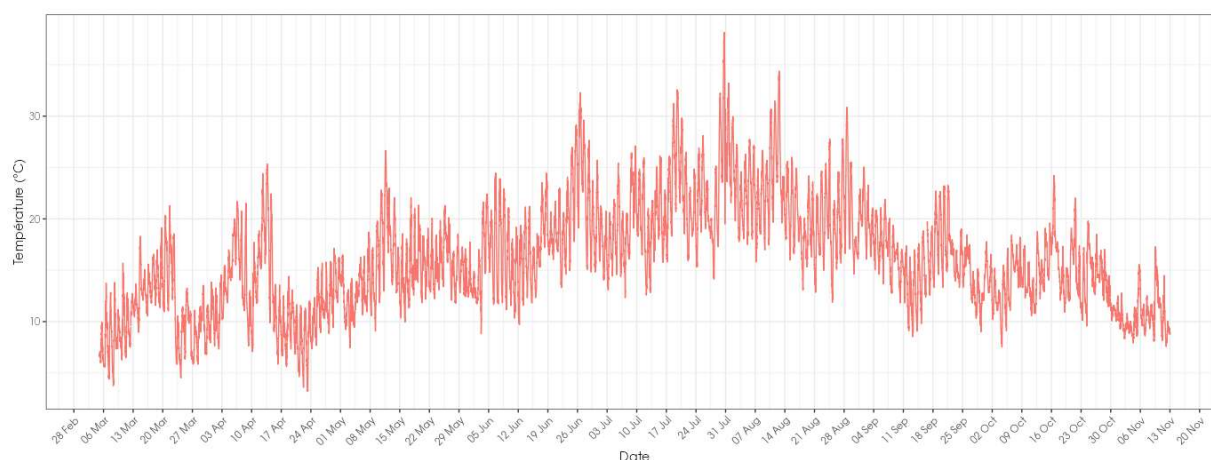


Figure 14 : Schéma temporel de la température à 75 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E05 du parc de Les Penages, entre mars et novembre 2024

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 75 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 déterminer des paramètres de bridage des machines afin de diminuer le risque de collision.

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

1.2.3.1 Prospections de terrain

Les dates de passages et les conditions météorologiques sont détaillées dans le Tableau 17.

Ainsi, pour le suivi mortalité, 35 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 6 mars 2024 au 30 octobre 2024. Concernant le suivi des chiroptères au sol, 9 passages ont été réalisés (3 durant la période de printemps, 3 durant la période de mise-bas et 3 durant la période de swarming), soit entre le 11 avril 2024 et le 15 octobre 2024. Enfin, 10 passages ont été réalisés pour étudier l'activité des oiseaux notamment des rapaces en période de migration pré-nuptiale, de nidification et de migration postnuptiale entre le 28 février 2024 et le 6 novembre 2024.

Tableau 17 : Prospections de terrain et informations météorologiques



Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Suivi de mortalité (35 passages)		
1	06/03/2024	Température : 8,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 1,4 km/h. Direction du vent : E
2	13/03/2024	Température : 12,2 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 10,7 km/h. Direction du vent : SO
3	20/03/2024	Température : 15,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 6,1 km/h. Direction du vent : NE
4	27/03/2024	Température : 8,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 26,3 km/h. Direction du vent : S
5	03/04/2024	Température : 14 °C. Vitesse du vent : 27,5 km/h. Direction du vent : S
6	10/04/2024	Température : 12,1 °C. Vitesse du vent : 7,9 km/h. Direction du vent : O
7	17/04/2024	Température : 9,6 °C. Vitesse du vent : 16,1 km/h. Direction du vent : NO
8	24/04/2024	Température : 8,8 °C. Vitesse du vent : 14 km/h. Direction du vent : NO
9	30/04/2024	Température : 14 °C. Vitesse du vent : 13,3 km/h. Direction du vent : S
10	08/05/2024	Température : 14,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14,8 km/h. Direction du vent : N
11	15/05/2024	Température : 15 °C. Pluie : 0,08 mm/h. Vitesse du vent : 15,8 km/h. Direction du vent : S
12	22/05/2024	Température : 16,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 18 km/h. Direction du vent : O
13	29/05/2024	Température : 15,3 °C. Pluie : 0,24 mm/h. Vitesse du vent : 22,6 km/h. Direction du vent : SO
14	05/06/2024	Température : 18 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 11,4 km/h. Direction du vent : O
15	12/06/2024	Température : 15 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 7,3 km/h. Direction du vent : N
16	19/06/2024	Température : 17,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 19,5 km/h. Direction du vent : NE

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
17	26/06/2024	Température : 26 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 5,9 km/h. Direction du vent : N
18	03/07/2024	Température : 17,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 17,6 km/h. Direction du vent : O
19	10/07/2024	Température : 22,1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 18,2 km/h. Direction du vent : O
20	17/07/2024	Température : 22,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 2 km/h. Direction du vent : O
21	24/07/2024	Température : 21,5 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 4,8 km/h. Direction du vent : NE
22	31/07/2024	Température : 27,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 1,3 km/h. Direction du vent : N
23	07/08/2024	Température : 20,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 9,4 km/h. Direction du vent : NO
24	14/08/2024	Température : 22,5 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 13,1 km/h. Direction du vent : O
25	21/08/2024	Température : 17,5 °C. Pluie : 0.01 mm/h. Vitesse du vent : 8,5 km/h. Direction du vent : O
26	28/08/2024	Température : 26,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 9 km/h. Direction du vent : NE
27	04/09/2024	Température : 18,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 4,7 km/h. Direction du vent : N
28	11/09/2024	Température : 15,2 °C. Pluie : 0,03 mm/h. Vitesse du vent : 15,4 km/h. Direction du vent : NO
29	18/09/2024	Température : 19,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 25,6 km/h. Direction du vent : NE
30	25/09/2024	Température : 15,2 °C. Pluie : 1,31 mm/h. Vitesse du vent : 21,8 km/h. Direction du vent : SO
31	02/10/2024	Température : 13,2 °C. Pluie : 0,03 mm/h. Vitesse du vent : 15,6 km/h. Direction du vent : O
32	09/10/2024	Température : 15,8 °C. Pluie : 2,37 mm/h. Vitesse du vent : 22 km/h. Direction du vent : S
33	16/10/2024	Température : 21,6 °C. Pluie : 0,02 mm/h. Vitesse du vent : 13,2 km/h. Direction du vent : SE
34	23/10/2024	Température : 13,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 10,4 km/h. Direction du vent : N
35	30/10/2024	Température : 8,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 26,3 km/h. Direction du vent : S
Tests de prédation (2 tests)		
Test 1	13/05/2024	Dépôt de 50 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	02/09/2024	Dépôt de 50 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Tests d'efficacité de recherche (3 tests)		
Test 1	20/03/2024	Dépôt de 90 leurres
Test 2	21/08/2024	Dépôt de 135 leurres
Test 3	28/08/2024	Dépôt de 165 leurres
Suivi de l'activité de l'avifaune notamment des rapaces (10 passages)		
1	28/02/2024	Prospections ciblées sur les oiseaux en période de migration prénuptiale. Nébulosité : 60 %. Température : 5°C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 7 km/h. Direction du vent : NE

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
2	19/03/2024	Prospections ciblées sur les oiseaux en période de migration prénuptiale. Nébulosité : 40 %. Température : 12°C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 5 km/h. Direction du vent : E
3	02/04/2024	Prospections ciblées sur les oiseaux en période de migration prénuptiale. Nébulosité : 90 %. Température : 9°C. Pluie : 0,02 mm/h. Vitesse du vent : 25 km/h. Direction du vent : NNW
4	29/04/2024	Prospections ciblées sur les oiseaux en période de nidification. Nébulosité : 45 %. Température : 10°C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 6 km/h. Direction du vent : N
5	22/05/2024	Prospections ciblées sur les oiseaux en période de nidification. Nébulosité : 80 %. Température : 15°C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 19 km/h. Direction du vent : NE
6	13/06/2024	Prospections ciblées sur les oiseaux en période de nidification. Nébulosité : 50 %. Température : 13°C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 11 km/h. Direction du vent : NNW
7	25/06/2024	Prospections ciblées sur les oiseaux en période de nidification. Nébulosité : 1 %. Température : 20°C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 15 km/h. Direction du vent : SSW
8	04/09/2024	Prospections ciblées sur les oiseaux en période de migration postnuptiale. Nébulosité : 70 %. Température : 15°C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 5 km/h. Direction du vent : SE
9	02/10/2024	Prospections ciblées sur les oiseaux en période de migration postnuptiale. Nébulosité : 100 %. Température : 12°C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 15 km/h. Direction du vent : ENE
10	06/11/2024	Prospections ciblées sur les oiseaux en période de migration postnuptiale. Nébulosité : 100 %. Température : 10°C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 15 km/h. Direction du vent : SSW
Suivi de l'activité des chiroptères au sol (9 passages)		
1	11-12/04/2024	Inventaire acoustique des chauves-souris en période de migration printanière. Cinq points d'écoutes fixes (SM4Bat) durant une nuit complète. Températures entre 5 et 19°C, ciel couvert, vent faible à nul, absence de précipitations.
2	23-24/04/2024	Inventaire acoustique des chauves-souris en période de migration printanière. Cinq points d'écoutes fixes (SM4Bat) durant une nuit complète. Températures entre 1 et 12°C, ciel dégagé, vent faible à nul, absence de précipitations.
3	16-17/05/2024	Inventaire acoustique des chauves-souris en période de migration printanière. Cinq points d'écoutes fixes (SM4Bat) durant une nuit complète. Températures entre 5 et 19°C, ciel dégagé, vent faible à nul, absence de précipitations.
4	18-19/06/2024	Inventaire acoustique des chauves-souris en période de mise-bas et d'élevage des jeunes. Cinq points d'écoutes fixes (SM4Bat) durant une nuit complète. Températures entre 16 et 25°C, ciel dégagé, vent faible à nul, absence de précipitations.
5	23-24/07/2024	Inventaire acoustique des chauves-souris en période de mise-bas et d'élevage des jeunes. Cinq points d'écoutes fixes (SM4Bat) durant une nuit complète. Températures entre 12 et 27°C, ciel dégagé, vent faible à nul, absence de précipitations.
6	07-08/08/2024	Inventaire acoustique des chauves-souris en période de mise-bas et d'élevage des jeunes. Cinq points d'écoutes fixes (SM4Bat) durant une nuit complète. Températures entre 12 et 25°C, ciel dégagé, vent faible à nul, absence de précipitations.
7	28-29/08/2024	Inventaire acoustique des chauves-souris en période de dispersion automnale. Cinq points d'écoutes fixes (SM4Bat) durant une nuit complète. Températures entre 11 et 32°C, ciel dégagé, vent faible à nul, absence de précipitations.

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
8	09-10/09/2024	Inventaire acoustique des chauves-souris en période de dispersion automnale. Cinq points d'écoutes fixes (SM4Bat) durant une nuit complète. Températures entre 9 et 18°C, ciel gris, averses et vent fort.
9	14-15/10/2024	Inventaire acoustique des chauves-souris en période de dispersion automnale. Cinq points d'écoutes fixes (SM4Bat) durant une nuit complète. Températures entre 10 et 20°C, ciel dégagé, vent moyen à faible, absence de précipitations.
Suivi de l'activité des chiroptères en altitude		
-	Du 06/03 au 09/11/2024	Enregistrements en continu depuis les éoliennes E01 et E05, avec un microphone placé au niveau de chaque nacelle à 75 m de hauteur, du 6 mars au 9 novembre 2024, soit pendant 8 mois.

1.2.3.1 Réalisation des tests de prédation

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

1.2.3.2 Réalisation des tests d'efficacité de l'observateur

Pour les secteurs prospectés, ce coefficient varie en fonction du couvert végétal (densité, hauteur) et, donc, de la période de l'année. Celui-ci a été évalué en plaçant des leurres à l'insu de l'observateur. Au minimum, 15 leurres par grand type d'habitat observé à chaque test ont été disposés aléatoirement (soit de 90 à 165 leurres disposés par test, Tableau 18). La pose est réalisée tôt le matin avant le lancement du suivi. Des leurres non organiques ont été déployés (pas de risques de disparition par les prédateurs). La position de chaque lure est enregistrée au GPS. Le test se déroule pendant la réalisation du suivi de mortalité par l'observateur selon le protocole habituel des transects circulaires. L'observateur a noté et localisé les leurres retrouvés et l'opérateur en charge du test, contrôle à la fin du suivi de mortalité, le nombre de leurres découverts par catégorie d'occupation du sol testée.



Figure 15 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope

Tableau 18 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 3 tests)

	E01	E02	E03	E04	E05	Parc ensemble
Occupations du sol						
Céréale	17	11	0	2	0	30
Chaume	12	0	10	8	0	30
Déchaume	0	26	0	4	0	30
Friche	12	28	62	16	2	120
Lavande	0	0	0	0	45	45
Plateforme/Chemin	12	6	9	6	12	45
Semis	0	15	0	0	30	45
Sol nu	0	30	3	5	7	45
Hauteurs de végétation (cm)						
0	12	77	12	15	19	135
5	4	2	4	3	32	45
10	9	6	0	0	0	15
15	20	20	10	10	15	75
20	0	0	43	2	0	45
30	4	11	0	0	0	15
40	4	0	15	11	30	60

	E01	E02	E03	E04	E05	Parc ensemble
Dates de tests						
20/03/2024	25	17	10	12	26	90
21/08/2024	14	39	31	16	35	135
28/08/2024	14	60	43	13	35	165
Total	53	116	84	41	96	390

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 les mêmes personnes (qui ont été testées) et que leur remplacement par une tierce personne n'a été que ponctuel durant le suivi (non concerné lors de ce suivi).

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 trois tests réalisés, ce sont 8 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 7 hauteurs différentes de végétation.

1.2.4 Équipe de travail

Une équipe pluridisciplinaire a été constituée dans le cadre de cette étude (Tableau 19).

Tableau 19 : 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 cette partie de l'étude	Julien BARGE	Expert fauniste pluridisciplinaire BTS Gestion et protection de la nature – 4 ans d'expérience
Expertise des chiroptères au sol	Pierre DELESSARD	Expert chiroptérologue Master 2 « Toxicologie de l'environnement » – 5 ans d'expérience
Expertise des chiroptères à hauteur de nacelle et rédaction cette partie de l'étude ainsi que la partie chiroptères au sol	Thibaud STRIBLEN	Expert chiroptérologue Master 2 « Biodiversité Ecologie Evolution », parcours « Gestion de l'environnement » – 2 ans d'expérience
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (10 sessions)	Sophie LAURENT	Expert fauniste pluridisciplinaire Maîtrise « Génie des Environnements Naturels et Industriels, spécialité Faune Sauvage et Environnement » – 6 ans d'expérience
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (15 sessions)	Emma HOUDIARD	Technicienne suivi mortalité Master 2 « biologie écologie et évolution », option « écologie comportementale et évolution » – 1 an d'expérience
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (10 sessions)	Vincent RENARDIER	Technicien suivi mortalité BTS Gestion et protection de la nature – 4 ans d'expérience
Contrôle Qualité	Nicolas CARENTON	Chef de projet biostatistiques Master « Ecologie et Eco-Ingénierie des Zones Humides » – 3 ans d'expérience

2 Synthèse et analyse des résultats

Cette partie reprend notamment les résultats et analyses des différentes actions menées lors des suivis en 2024 : suivi de l'activité de l'avifaune notamment des rapaces ; suivi de l'activité des chiroptères au sol ; suivi de l'activité des chiroptères en hauteur ; suivi de mortalité.

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

2.1.1 Résultats bruts pour l'ensemble des rapaces observés

2.1.1.1 En période de migration prénuptiale

Au total, 34 espèces d'oiseaux (liste en annexe) ont été observées sur le site durant la période de migration prénuptiale 2024. Parmi elles, on compte 5 espèces de rapaces, objets de l'étude. A cette période de l'année, 3 espèces utilisent le site fréquemment (Buse variable, Busard Saint-Martin et Faucon crécerelle). Les deux autres (Busard des roseaux et Epervier d'Europe) fréquentent le site de manière plus ponctuelle.

Le Busard Saint-Martin a été observé sur l'ensemble de l'aire d'étude durant toute la période de suivi. La plupart des individus étaient en chasse ou en transit au-dessus de l'aire d'étude. Lors du dernier passage (le 2 avril) les premiers indices de reproduction (parade, défense de territoire, ...) ont été relevés.

De même, la Buse variable et le Faucon crécerelle ont été contactés à chaque passage et sur l'ensemble du site. Il s'agissait là aussi d'individus en chasse, en transit ou en halte migratoire sur l'aire d'étude.

Des individus de Busards des roseaux ont été observés à partir du deuxième passage (le 19 mars) sur l'ensemble de l'aire d'étude. A l'instar des Busards Saint-Martin, la plupart des individus étaient en chasse ou en transit et montraient des comportements reproducteurs lors du dernier passage.

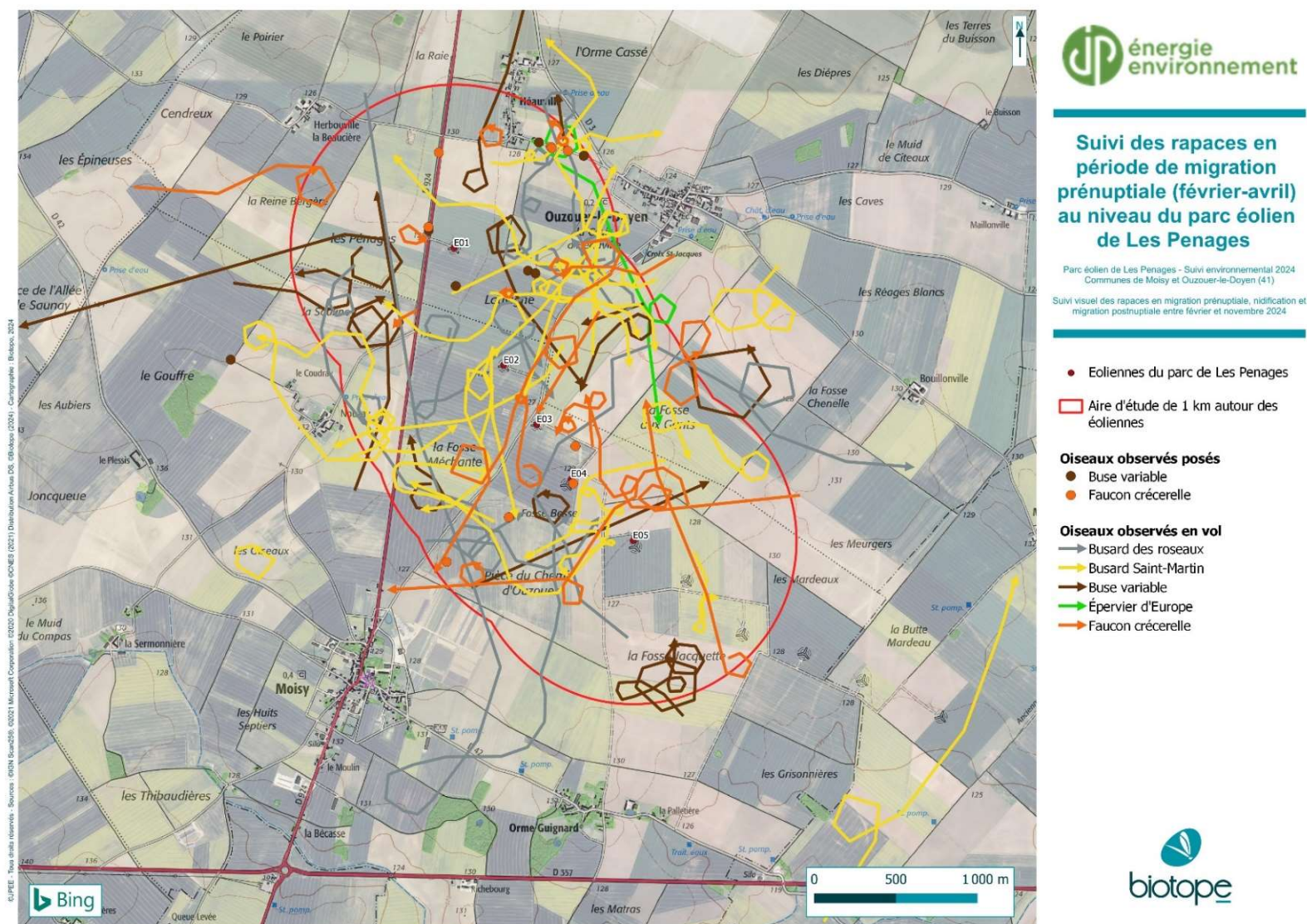
L'Epervier d'Europe n'a été contacté qu'une fois lors du deuxième passage. Il s'agissait d'un individu en transit.

Tableau 20 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces identifiées lors du suivi en période de migration prénuptiale 2024 au niveau du parc de Les Penages

Nom latin	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Statut Centre-Val de Loire	Février 2024	Mars 2024	Avril 2024	Total cumulé des effectifs sur la période de suivi
<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	An. I	Art. 3	LC	NA	MC	-	3	5	8
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	LC	NA	MC	3	11	9	23
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	-	Art. 3	LC	NA	MC	15	15	2	32
<i>Accipiter nisus</i>	Epervier d'Europe	-	Art. 3	LC	NA	MC	-	1	-	1
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NA	MC	8	12	7	27

Légende :

- An. I : espèces inscrites à l'annexe I de la directive européenne 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages, ou directive « Oiseaux »
- Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 29 octobre 2009 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.
- Liste rouge Europe : Liste rouge Europe (Birdlife International (2021). European Red List of Birds. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities) : LC : préoccupation mineure.
- Liste rouge France : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) : NA : non applicable.
- Niveau de rareté Centre-Val de Loire (PERTHUIS, 2002). M : migrateur ; C : commun.



Carte 6 : Suivi des rapaces en période de migration prénuptiale (février-avril) au niveau du parc éolien de Les Penages

2.1.1.2 En période de nidification

Au total, 35 espèces d'oiseaux (liste en annexe) ont été observées sur le site durant la période de nidification 2024. Parmi elles, on compte 5 espèces de rapaces, objets de l'étude. Sur ces 5 espèces, 4 utilisent le site de manière régulière (Buse variable, Busard des roseaux, Busard Saint-Martin et Faucon crécerelle), la dernière, le Busard cendré, apparaissant de manière plus ponctuelle.

Parmi les espèces les plus couramment observées, la Buse variable a été contactée à chaque passage sur l'ensemble du site et notamment sur la partie nord-est de l'aire d'étude, à proximité de la commune d'Ouzouer-le-Doyen. Il s'agissait pour la plupart d'individus en chasse ou en transit.

Au moins un couple de Busard Saint-Martin a été contacté aux alentours du parc. Ce couple s'était installé dans une parcelle de blé à proximité des éoliennes E04 et E05. Plusieurs comportements reproducteurs (parades, défense de territoire, passage de proies, ...) ont été constatés au niveau de cette parcelle et la femelle a été vue se posant dans les céréales à plusieurs reprises, ce qui a permis de localiser approximativement l'emplacement du nid. La recherche au drone n'a pas permis de trouver le nid mais a révélé qu'une partie importante de la parcelle avait versée en raison des intempéries. Il semblerait que les conditions météo difficiles ont conduit le couple à abandonner la nichée.

Des comportements reproducteurs de Busard des roseaux ont été observés durant toute la période et sur l'ensemble de l'aire d'étude. Au moins un couple était présent aux alentours du parc mais, à priori, à l'extérieur du rayon d'un kilomètre autour des éoliennes, manifestement au nord du parc.

Plusieurs individus de Faucons crécerelles ont été contactés à chaque passage sur l'ensemble de l'aire d'étude. Les faucons étaient régulièrement observés autour des éoliennes et des éléments structurant du paysage (alignements d'arbres, bosquets, villages, ...). Il s'agissait pour la plupart d'individus en chasse.

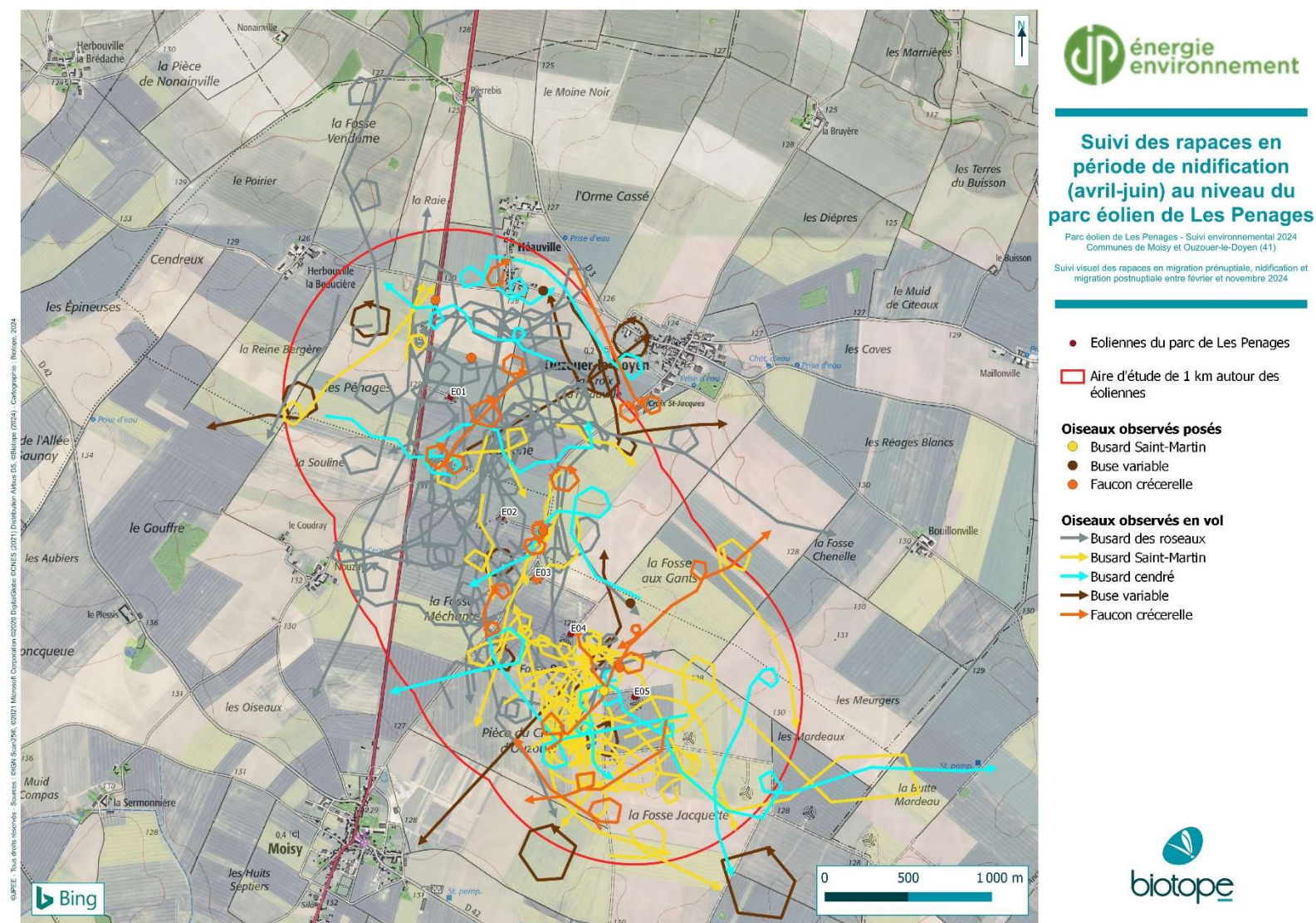
Le Busard cendré a été contacté à plusieurs reprises en chasse sur l'aire d'étude et un mâle avec une proie a été observé quittant l'aire d'étude en direction du sud-est.

Tableau 21 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces identifiées lors du suivi en période de reproduction 2024 au niveau du parc de Les Penages

Nom latin	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Centre-Val de Loire	Avril 2024	Mai 2024	Juin 2024	Total cumulé des effectifs sur la période de suivi
<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	An. I	Art. 3	LC	NT	EN	6	6	17	29
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	LC	LC	NT	11	7	8	26
<i>Circus pygargus</i>	Busard cendré	An. I	Art. 3	LC	NT	VU	2	3	3	8
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	-	Art. 3	LC	LC	LC	6	4	8	18
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NT	LC	11	7	5	23

Légende :

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



2.1.1.3 En période de migration postnuptiale

Au total, 42 espèces d'oiseaux (liste en annexe) ont été observées sur le site durant la période de migration postnuptiale 2024. Parmi elles, on compte 6 espèces de rapaces, objets de l'étude. A cette période de l'année, 2 sont des sédentaires qui restent sur le site toute l'année (Buse variable et Faucon crécerelle). Les quatre autres (Busard des roseaux, Busard Saint-Martin, Epervier d'Europe et Faucon hobereau) fréquentent le site de manière plus ponctuelle.

Le Faucon crécerelle et la Buse variable sont les espèces qui ont été les plus contactées durant la période de migration postnuptiale et ce, à chaque passage. Il s'agissait vraisemblablement d'individus locaux restant toute l'année dans le secteur auxquels s'ajoutaient des oiseaux migrateurs.

Les Busards Saint-Martin étaient pour la plupart des individus locaux qui resteront aux alentours du site en hiver. L'effectif réduit par rapport aux autres périodes de suivi peut s'expliquer par une tendance à la dispersion des individus après la période de reproduction.

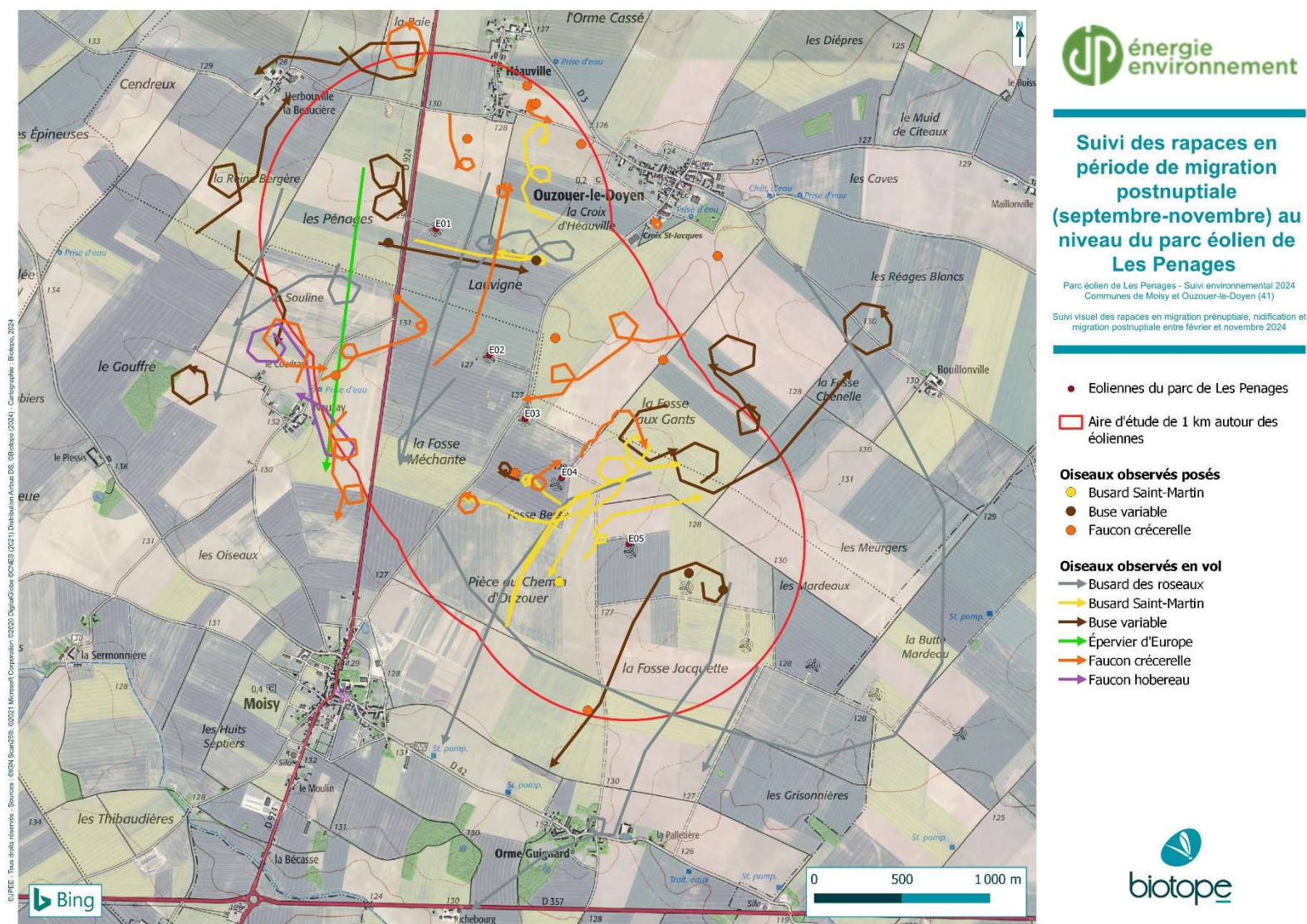
Les Busards des roseaux, l'Epervier d'Europe et le Faucon hobereau étaient tous des individus migrateurs dont certains s'étaient arrêtés sur le site pour se nourrir.

Tableau 22 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces identifiées lors du suivi en période de migration postnuptiale 2024 au niveau du parc de Les Penages

Nom latin	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Statut Centre-Val de Loire	Septembre 2024	Octobre 2024	Novembre 2024	Total cumulé des effectifs sur la période de suivi
<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	An. I	Art. 3	LC	NA	MC	9	1	-	10
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	LC	NA	MC	4	2	2	8
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	-	Art. 3	LC	NA	MC	10	9	2	21
<i>Accipiter nisus</i>	Epervier d'Europe	-	Art. 3	LC	NA	MC	-	1	-	1
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NA	MC	13	10	5	28
<i>Falco subbuteo</i>	Faucon hobereau	-	Art. 3	LC	NA	MC	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 (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) : NA : non applicable.
- Niveau de rareté Centre-Val de Loire (PERTHUIS, 2002). M : migrateur ; C : commun.

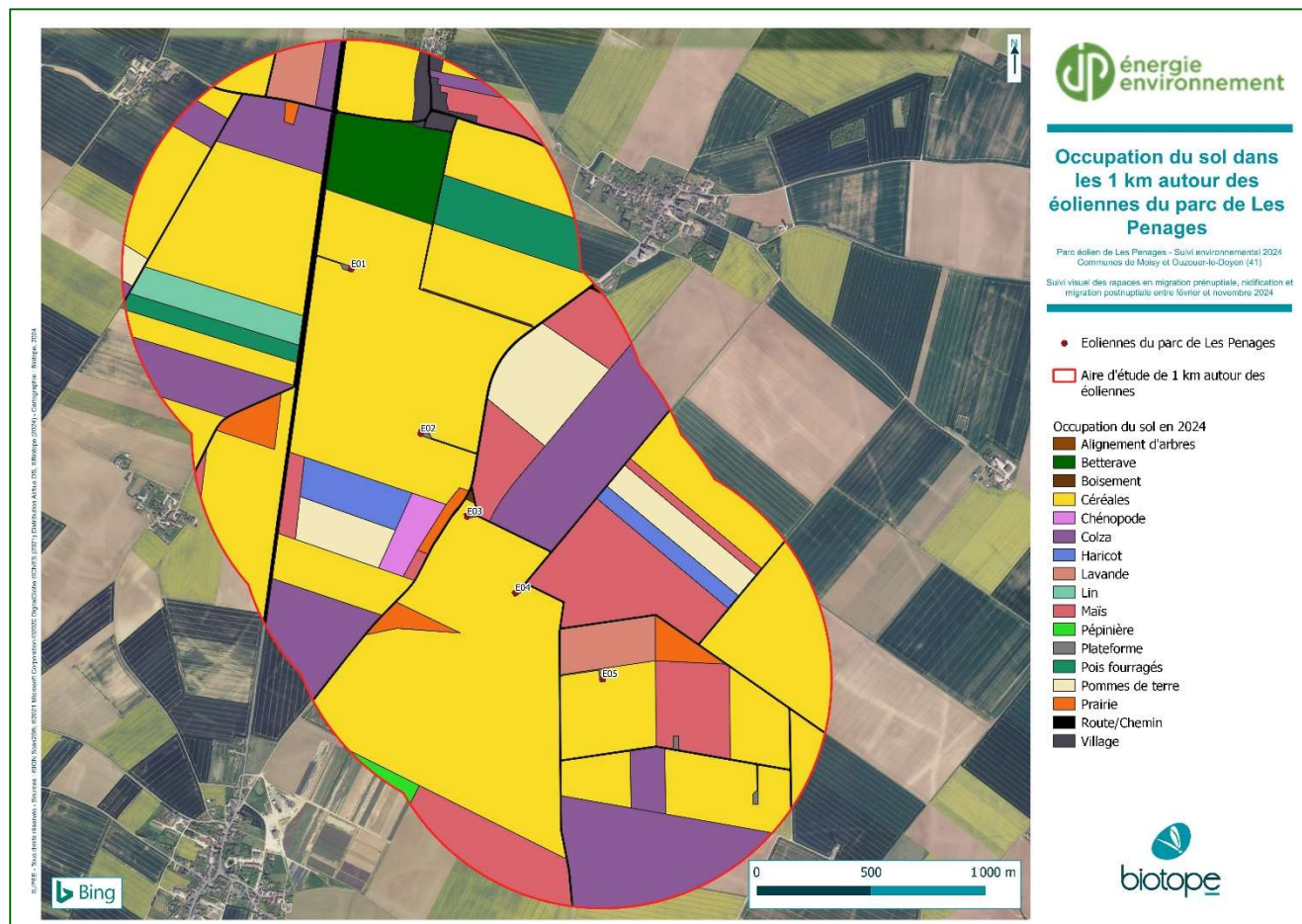


Carte 8 : Suivi des rapaces en période de migration postnuptiale (septembre-novembre) au niveau du parc éolien de Les Penages

2.1.2 Analyse des résultats

2.1.2.1 Analyse de l'occupation du sol

Afin de mieux comprendre l'attractivité du secteur pour les rapaces, l'occupation du sol dans un rayon de 1 km autour des éoliennes du parc a été relevée. Il en résulte la carte ci-dessous.



Carte 9 : Occupation du sol dans les 1 km autour des éoliennes du parc éolien de Les Penages

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

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

2.1.2.2 Territoires occupés par les rapaces nicheurs à proximité du parc

Le couple reproducteur de Busard Saint-Martin s'était installé au niveau de la partie sud du parc à proximité des éoliennes E04 et E05 dans une parcelle de Blé. La femelle de ce couple restait en général à proximité du nid tandis que le mâle a été observé en chasse sur l'ensemble de l'aire d'étude. D'autres individus mâles et femelles de Busard Saint-Martin ont également été observés en chasse sur l'ensemble de l'aire d'étude.

Plusieurs comportements reproducteurs de Busard des roseaux laissent supposer la présence d'un nid au nord de l'aire d'étude en dehors du rayon de prospection, le nid n'a pas pu être localisé avec précision.

Plusieurs Busards cendrés ont été observés sur le parc et un mâle avec une proie a été vu quittant l'aire d'étude en direction du sud-est. Une nidification a probablement eu lieu dans ce secteur.

Le parc et ses alentours constituent, *a minima*, une zone d'alimentation pour la Buse variable. Certains bosquets situés autour de l'aire d'étude et le Bois de Marchenoir au sud pourraient potentiellement être favorables à l'espèce. Ces milieux sont également favorables à l'Epervier d'Europe et au Faucon hobereau.

Aucun comportement reproducteur du Faucon crécerelle n'a été observé mais les hameaux et villages aux alentours de l'aire d'étude sont favorables à l'espèce.

2.1.2.3 Activité des oiseaux

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

L'Epervier d'Europe et le Faucon hobereau, uniquement observés en période de migration, n'ont pas non plus de période d'activité particulière dans la journée. Les individus contactés étaient des oiseaux erratiques ou en migration.

2.1.2.4 Comportements à risque

Parmi les espèces régulières, la Buse variable et le Faucon crécerelle, 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 individus des deux espèces ont été régulièrement observés chassant à proximité immédiate des éoliennes ou traversant la ligne d'éolienne. Le suivi mortalité effectué en parallèle du suivi « rapaces » a permis de découvrir deux cadavres de Faucons crécerelles les 13 mars et 7 août à proximité des éoliennes E05 et E03. Il semblerait que les périodes les plus critiques pour cette espèce soient les périodes de migration pré et postnuptiale.

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'affiler. 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. Il est également arrivé que des individus, notamment des mâles appartenant à des couples en dehors de l'aire d'étude (Busards des roseaux et cendré principalement), prennent de l'altitude après avoir attrapé une proie et volent à hauteur des pales.

En fin de période de reproduction, une autre période présentant un risque pour les busards est la période suivant l'envol et la dispersion des jeunes. En effet, les jeunes étant moins expérimentés, ils ont tendances à être moins attentifs et à s'approcher trop près des éoliennes.

A noter qu'au cours de cette saison, aucun busard n'a été découvert aux pieds des éoliennes du parc de Les Penages lors du suivi mortalité.

Les Eperviers d'Europe et le Faucon hobereau observés durant le suivi volaient à chaque fois à une certaine distance des éoliennes et ne présentaient donc pas de comportement à risque. Toutefois, les hauteurs de vol habituelles de ces espèces les rendent potentiellement sensibles au risque de collision.

2.1.2.5 Zoom sur la découverte du nid de Busard Saint-Martin dans le périmètre des 1 km autour des éoliennes

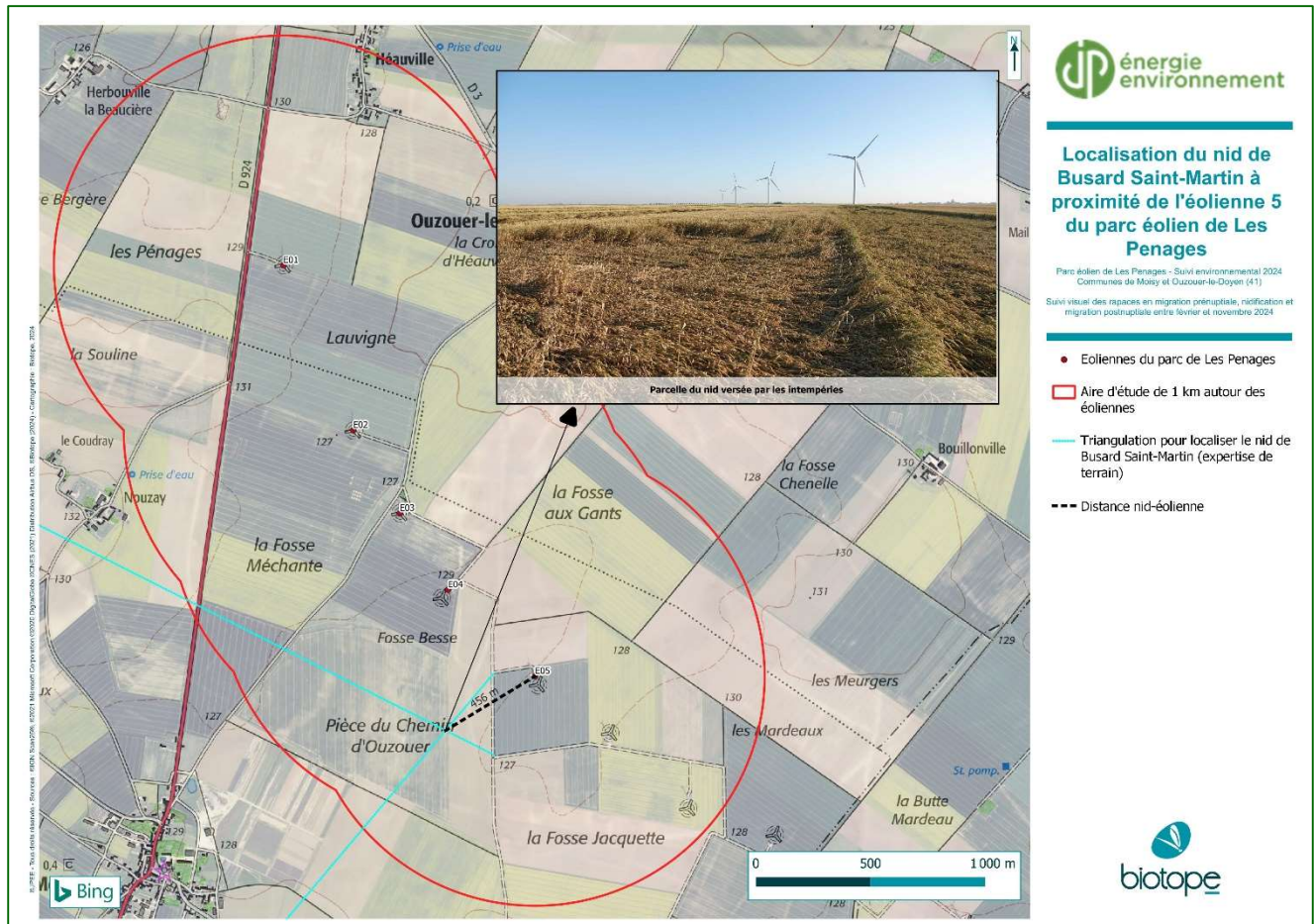
Pour rappel, lors du suivi busards réalisé, un nid de Busard Saint-Martin a été identifié dans les 1 km autour du parc de Les Penages (456 m).

A la suite de l'information de la présence du nid, JPee a contacté l'exploitant de la parcelle concernée afin d'une part de l'informer sur l'enjeu « biodiversité » présent au sein de sa parcelle et d'autre part de connaître la date de récolte de la céréale implantée sur celle-ci, le but étant de réduire tout risque de destruction du nid par l'homme (moisson de la parcelle).

Le suivi drone a été réalisé le 25/06/2024. Cette technique permet d'éviter la dégradation de la parcelle en culture, d'éviter l'augmentation du risque de prédation et de limiter fortement le dérangement de la nichée.

Le nid n'a pas pu être localisé lors du passage drone en raison de l'état de la culture. En effet, les intempéries fréquentes durant la saison 2024 ont entraîné le versement d'une partie de la culture et notamment à l'endroit où se trouvait le nid, entraînant son recouvrement.

L'absence d'adultes en vol sur le secteur dans les heures qui ont suivies le passage du drone confirme l'abandon de la nichée.



Carte 10 : Localisation du nid de Busard Saint-Martin à proximité de l'éolienne 5 du parc éolien de Les Penages

En 2024, le nid de Busard Saint-Martin présent dans les 1 km autour du parc éolien de Les Penages (456 m) ayant été abandonné, il n'a pas été nécessaire de mettre en place des mesures de protection.

2.1.3 Synthèse de l'activité de l'avifaune notamment des rapaces

Ce suivi rapaces, réalisé sur les périodes de migration pré-nuptiale (février à avril), de nidification (avril à juin) et de migration post-nuptiale (septembre à novembre), a permis de contacter sept espèces de rapaces sur le site dont quatre l'utilisent régulièrement en période de nidification (Buse variable, Faucon crécerelle, Busard Saint-Martin et Busard des roseaux). Le Busard cendré utilise également le site en période de nidification mais de manière plus ponctuelle. L'Epervier d'Europe et le Faucon hobereau n'ont été observés que durant les périodes de migration pré et post-nuptiale.

Le suivi a également permis de repérer un territoire de reproduction du Busard Saint-Martin dans la partie sud de l'aire d'étude, à proximité de l'éolienne E05. Une localisation approximative avait été effectuée mais le versement de la culture en raison des intempéries a entraîné l'abandon de la nichée avant le passage du drone qui n'a donc pas pu le localiser précisément.

Nous avons aussi pu constater que l'ensemble du parc était régulièrement 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.

L'arrêté du 12 novembre 2020 préconise d'effectuer un suivi de l'avifaune et des chiroptères durant la première année de fonctionnement puis, de réitérer ce suivi au minimum une fois tous les dix ans. Etant donné la tentative de nidification d'au moins un couple de busards sur ou à proximité immédiate du parc, il pourrait être intéressant de reconduire le suivi de l'avifaune sur les années à venir et de poursuivre les actions de protection des nichées.

2.2 Résultat du suivi de l'activité des chiroptères au sol

2.2.1 Analyse bibliographique

L'étude d'impact initiale du parc éolien des Penages, datant de 2003, ne présente pas d'inventaire des chiroptères.

Le suivi environnemental réalisé en 2018 par Sens of Life a suivi l'activité des chiroptères en altitude au niveau de la nacelle de l'éolienne E04 du 4 juillet au 31 octobre 2018. Les espèces et groupes suivants ont été contactés :

- o La Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), très présente, concentrant 51% des contacts,
- o La Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*), avec 13% des contacts,
- o La Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), avec 11% des contacts,
- o La Noctule commune (*Nyctalus noctula*), avec 5% des contacts,
- o La Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), avec 2% des contacts,
- o La Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) avec 17% des contacts,
- o Le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius indéterminées avec 1% des contacts,
- o Le groupe des « Sérotules » (Sérotines et Noctules indéterminées) avec 1% des contacts.

D'après les données de l'INPN, les espèces suivantes sont connues à proximité du parc : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule de Leisler à Moisy, et Pipistrelle commune et Pipistrelle de Kuhl à Ouzouer-le-Doyen. D'après les données d'Obs'41, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl sont également connues sur les deux communes. Ces données datent toutes de 2021.

La ZNIEFF de type 1 du « Bois du Jard », située à 10 kilomètres au nord-ouest du parc, abrite de nombreuses espèces, à savoir la Barbastelle d'Europe, le Murin de Bechstein, le Murin de Daubenton, le Murin à oreilles échancrées, le Grand Murin, le Murin à moustaches, le Murin de Natterer, l'Oreillard roux et le gris, ainsi que les Grand et petit Rhinolophes.

Tableau 23 : Synthèse des données bibliographiques relatives aux chiroptères

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statuts réglementaires (Europe/France)	Statuts patrimoniaux (LRN/LRR)	Base FauneReg	Base FauneDep	Nature Centre (Triboulin L., Le Bras E., Bergeonneau C.), 2016	Sens of Life, 2018
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	An. IV / Art.2	NT/LC	Ouzouer-le-Doyen, Moisy (2021)	Ouzouer-le-Doyen, Moisy (2021)	-	Parc éolien de Les Penages (2018)
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	An. IV / Art.2	LC/LC	Ouzouer-le-Doyen, Moisy (2021)	Ouzouer-le-Doyen, Moisy (2021)	-	Parc éolien de Les Penages (2018)
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	An. IV / Art.2	NT/NT	-	-	-	Parc éolien de Les Penages (2018)
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	An. IV / Art.2	VU/NT	-	-	-	Parc éolien de Les Penages (2018)
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	An. IV / Art.2	NT/NT	-	Moisy (2021)	-	Parc éolien de Les Penages (2018)
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	An. IV / Art.2	NT/LC	-	-	-	Parc éolien de Les Penages (2018)
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>	An. II, IV / Art.2	LC/NT	-	-	Bois du Jard (2011)	-
Murin de Bechstein <i>Myotis bechsteinii</i>	An. II, IV / Art.2	NT/DD	-	-	Bois du Jard (2011)	-
Murin de Daubenton <i>Myotis daubentonii</i>	An. IV / Art.2	LC/NT	-	-	Bois du Jard (2011)	-

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statuts réglementaires (Europe/France)	Statuts patrimoniaux (LRN/LRR)	Base FauneReg	Base FauneDep	Nature Centre (Triboulin L., Le Bras E., Bergeonneau C.), 2016	Sens of Life, 2018
Murin à oreilles échancrées <i>Myotis emarginatus</i>	An. II, IV / Art.2	LC/LC	-	-	Bois du Jard (2011)	-
Murin à moustaches <i>Myotis mystacinus</i>	An. IV / Art.2	LC/NT	-	-	Bois du Jard (2011)	-
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i>	An. IV / Art.2	LC/LC	-	-	Bois du Jard (2011)	-
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	An. II, IV / Art.2	LC/LC	-	-	Bois du Jard (2011)	-
Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>	An. IV / Art.2	LC/DD	-	-	Bois du Jard (2011)	-
Oreillard gris <i>Plecotus austriacus</i>	An. IV / Art.2	LC/LC	-	-	Bois du Jard (2011)	-
Grand Rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	An. II, IV / Art.2	LC/NT	-	-	Bois du Jard (2011)	-
Petit Rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i>	An. II, IV / Art.2	LC/NT	-	-	Bois du Jard (2011)	-

Légende :

- An. II/IV : espèces inscrites aux annexes II et/ou IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats ».
- Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.
- Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus.
- LRN : La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017) : RE : disparu de France métropolitaine ; CR : en danger critique ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable ; NE : non évalué.
- LRR : Liste rouge régionale des mammifères (NATURE CENTRE & CBNBP, 2014) : 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.

D'après la base de données du BRGM, les alentours de la zone d'étude comptent quelques cavités naturelles éparpillées autour du parc, des orifices présents dans d'anciennes carrières principalement.

2.2.2 Espèces et cortèges présents au sol au niveau du parc éolien de Les Penages

2.2.2.1 Espèces

11 espèces de chiroptères sont présentes au sol au niveau du parc éolien de Les Penages :

- 11 espèces contactées lors des inventaires de terrain :
 - Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) ;
 - Grand Murin (*Myotis myotis*) ;
 - Murin de Natterer (*Myotis nattereri*) ;
 - Noctule commune (*Nyctalus noctula*) ;
 - Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) ;
 - Oreillard gris (*Plecotus austriacus*) ;
 - Oreillard roux (*Plecotus auritus*) ;
 - Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ;
 - Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ;
 - Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) ;
 - Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*).
- 4 groupes d'espèces correspondant aux contacts de chiroptères n'ayant pas pu être déterminés jusqu'à l'espèce par la méthode acoustique :
 - Groupe des oreillards (*Plecotus sp.*) : représente la majorité des contacts d'oreillards, il comprend deux espèces, et les deux ont été contactées avec certitude sur la zone d'étude ;

- Groupes des murins indéterminés (*Myotis sp.*) : seul le Murin de Natterer a été contacté avec certitude, et au vu des habitats présents sur la zone d'étude et de la bibliographie, il n'y a pas d'autre petit murin comme espèce considérée présente ;
- Groupes des « sérotules » (*Eptesicus serotinus* / *Nyctalus sp.*) : le groupe représente une grande proportion des contacts de noctules, et comprend également les Sérotines communes, difficiles à identifier ;
- Groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius (*Pipistrellus kuhlii* / *P. nathusii*) : représente la majorité des contacts de Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, le recouvrement entre les deux espèces étant plus ou moins important selon les études.

Les autres espèces mentionnées dans l'analyse bibliographique peuvent être considérées comme absentes de la zone d'étude.

Parmi les 11 espèces recensées sur la zone d'étude, il faut remarquer la présence de :

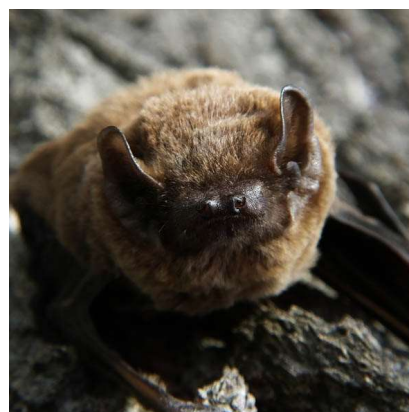
- 11 espèces protégées (toutes les espèces sont protégées en France) ;
- 2 espèces patrimoniales, la Barbastelle d'Europe et le Grand Murin.

Le détail de ces espèces est précisé dans le tableau suivant « Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables ».

Sur la zone d'étude, la richesse chiroptérologique est faible. En effet, 11 des 25 espèces indigènes, soit 44 % des espèces connues dans la région Centre-Val de Loire, sont présentes. Cette richesse chiroptérologique peu élevée est cohérente avec le contexte local de la zone, dépourvue d'éléments structurants du paysage à l'exception d'un petit bosquet, et située entre deux villages.



Noctule commune



Noctule de Leisler



Barbastelle d'Europe



Grand Murin

Chiroptères remarquables sur la zone d'étude (photos prises hors site ©Biotope)

2.2.2.2 Cortèges

Les espèces présentes utilisent des habitats de chasse variés sur la zone d'étude ou transitent par celle-ci. Elles sont rattachables à 3 cortèges en termes d'habitat de chasse :

- Cortège chassant en milieux boisés (4 espèces) avec le Grand Murin, le Murin de Natterer, la Pipistrelle de Nathusius et l'Oreillard roux ;
- Cortège chassant en milieux bocagers (2 espèces) avec la Barbastelle d'Europe et l'Oreillard gris ;
- Cortège chassant de manière ubiquiste (5 espèces) avec par exemple les Pipistrelles commune et de Kuhl, la Sérotine commune et les Noctules commune et de Leisler.

Les abords de la zone d'étude offrent également des possibilités de gîtes en estivage pour différentes espèces de chauves-souris, qui peuvent être regroupées suivant 2 cortèges selon le type de gîte utilisé en période de mise-bas/hivernage :

- Cortège des espèces à gîtes anthropiques (5 espèces) avec la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle commune, la Sérotine commune, le Grand Murin et l'Oreillard gris ;
- Cortège des espèces à gîtes arboricoles (6 espèces) avec la barbastelle d'Europe, le Murin de Natterer, les Noctules commune et de Leisler, la Pipistrelle de Nathusius et l'Oreillard roux.

2.2.3 Intérêt fonctionnel des milieux

2.2.3.1 Synthèse de l'activité

Le tableau suivant synthétise l'activité au sol des chiroptères enregistrée sur la zone d'étude, pendant l'ensemble des neuf nuits d'écoute (trois nuits au printemps, trois nuits en été et trois nuits en automne) réalisées grâce aux cinq enregistreurs passifs de type SM4BAT (cf. localisation des SMBAT sur la Carte 4).

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® (Haquart, 2013) 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 24 : Synthèse de l'activité au sol des chiroptères sur la zone d'étude

Espèces	Nombre de points-nuits	Occurrence par point-nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité quand présence ou absence
Suivi en période de transit printanier (avril - mai)					
Barbastelle d'Europe	10	30,00%	0,60	2,00	Activité moyenne
Grand Murin	10	30,00%	0,40	1,30	Activité très forte
Murin de Natterer	10	20,00%	0,30	1,50	Activité moyenne
<i>Petits murins indéterminés</i>	10	10,00%	0,10	1,00	Activité très faible
Noctule commune	10	40,00%	0,50	1,25	Activité moyenne
Noctule de Leisler	10	40,00%	0,80	2,00	Activité moyenne
<i>Pipistrelles de Kuhl / Nathusius indéterminées</i>	10	50,00%	5,50	11,00	Activité forte
Pipistrelle commune	10	100,00%	29,50	29,50	Activité très faible
Pipistrelle de Kuhl	10	50,00%	1,30	2,60	Activité faible
<i>Oreillards indéterminés</i>	10	30,00%	0,50	1,67	Activité faible
<i>Sérotine/Noctules indéterminées</i>	10	50,00%	1,10	2,20	Activité moyenne
Toutes espèces en période de transit printanier	10	100,00%	38,00	38,00	Activité très faible

Espèces	Nombre de points-nuits	Occurrence par point-nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité quand présence ou absence
Suivi en période de mise-bas en été (juin – début août)					
Barbastelle d'Europe	15	46,67%	3,33	7,14	Activité forte
Grand Murin	15	53,33%	1,00	1,88	Activité très forte
Murin de Natterer	15	46,67%	2,00	4,29	Activité très forte
Noctule commune	15	86,67%	4,27	4,92	Activité très faible
Noctule de Leisler	15	66,67%	1,80	2,70	Activité forte
Oreillard gris	15	6,67%	0,27	4,00	Activité très forte
Oreillard roux	15	20,00%	0,33	1,67	Activité très forte
<i>Petits murins indéterminés</i>	15	40,00%	1,20	3,00	Activité très forte
<i>Pipistrelles de Kuhl / Nathusius indéterminées</i>	15	73,33%	3,13	4,27	Activité faible
Pipistrelle commune	15	100,00%	24,47	24,47	Activité très faible
Pipistrelle de Kuhl	15	73,33%	2,00	2,73	Activité très faible
Pipistrelle de Nathusius	15	40,00%	0,53	1,33	Activité faible
<i>Oreillards indéterminés</i>	15	60,00%	13,67	22,78	Activité forte
Sérotine commune	15	13,33%	0,13	1,00	Activité faible
<i>Sérotine/Noctules indéterminées</i>	15	73,33%	3,80	5,18	Activité très faible
Toutes espèces en période de mise-bas en été	15	100,00%	51,47	51,47	Activité très faible
Suivi en période de transit automnal (mi-août - octobre)					
Barbastelle d'Europe	14	78,57%	2,64	3,36	Activité forte
Grand Murin	14	50,00%	1,86	3,71	Activité très forte
Murin de Natterer	14	50,00%	2,00	4,00	Activité forte
Noctule commune	14	100,00%	10,86	10,86	Activité forte
Noctule de Leisler	14	78,57%	2,07	2,64	Activité très forte
Oreillard gris	14	21,43%	0,36	1,67	Activité très forte
<i>Petits murins indéterminés</i>	14	78,57%	2,21	2,82	Activité très forte
<i>Pipistrelles de Kuhl / Nathusius indéterminées</i>	14	92,86%	24,36	26,23	Activité forte
Pipistrelle commune	14	100,00%	107,57	107,57	Activité faible
Pipistrelle de Kuhl	14	71,43%	24,14	33,80	Activité moyenne
Pipistrelle de Nathusius	14	57,14%	3,64	6,38	Activité moyenne
<i>Oreillards indéterminés</i>	14	71,43%	1,43	2,00	Activité moyenne
Sérotine commune	14	35,71%	0,71	2,00	Activité moyenne
<i>Sérotine/Noctules indéterminées</i>	14	78,57%	12,29	15,64	Activité forte
Toutes espèces en période de transit automnal	14	100,00%	148,36	148,36	Activité faible

Légende :

- Nombre de points-nuits : Nombre de nuits d'enregistrement de l'ensemble des points d'écoute (5 points d'écoute x 9 nuits, soit 45 nuits, en comptant 5 points-nuits sans contacts au printemps et 1 en automne. Les nuits sans aucune activité sont exclues des calculs) ;
- Occurrence par point-nuit = rapport du nombre de points-nuits où l'espèce a été contactée sur le nombre de points-nuits total d'enregistrement sur la saison ;
- Activité moyenne quand présence ou absence = Moyenne du nombre de minutes positives par point-nuit en prenant en compte les points-nuits où l'espèce est présente et absente ;
- Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point-nuit en prenant en compte uniquement les points-nuits où l'espèce est présente ;
- Niveau d'activité quand présence ou absence = Niveau d'activité issu de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel ActiChiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques.

Entre avril et mai, sept espèces et quatre groupes d'espèces sont présents au sol. L'activité est moyenne pour les Noctules commune et de Leisler et faible à très faible pour les Pipistrelles commune et de Kuhl. Le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius indéterminées présente une activité forte et celui des oreillards une activité faible. Il faut également noter l'activité moyenne de la Barbastelle d'Europe. Des chiroptères sont identifiés dans 66 % des nuits toutes espèces confondues, avec une activité globalement très faible.

Entre juin et début août, onze espèces et quatre groupes d'espèces sont présents au sol. L'activité est forte pour la Noctule de Leisler et très faible pour la Noctule commune, l'activité est faible à très faible pour les Pipistrelles ainsi que pour le groupes des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius indéterminées. L'activité de la Barbastelle d'Europe est forte, et l'activité du groupe des oreillards est jugée forte (avec plus de 20 contacts quand présent par point-nuit en moyenne). Des chiroptères sont identifiés dans 100 % des nuits toutes espèces confondues avec une activité globalement très faible.

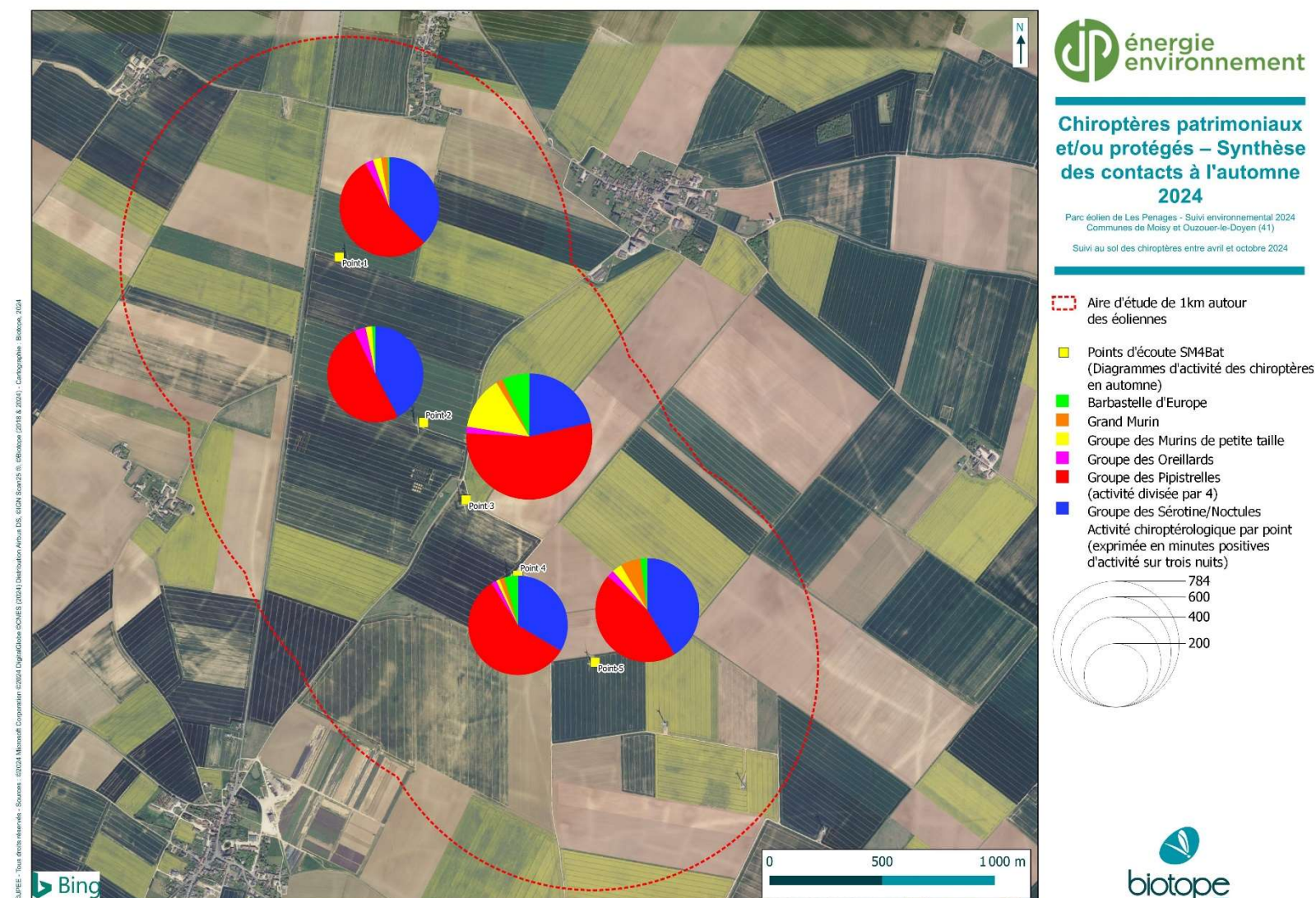
Entre mi-août et octobre, dix espèces et quatre groupes d'espèces sont présents au sol. L'activité est très forte pour la Noctule de Leisler et forte pour la Noctule commune. Elle est moyenne pour les Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, faible pour la Pipistrelle commune, et forte pour le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius indéterminées. L'activité de la Barbastelle d'Europe est forte, et celle du groupe des oreillards est moyenne. Des chiroptères sont identifiés dans 93 % des nuits toutes espèces confondues avec une activité faible.



Carte 11 : Chiroptères patrimoniaux et/ou protégés - Synthèse de l'activité des chiroptères au sol au printemps 2024



Carte 12 : Chiroptères patrimoniaux et/ou protégés - Synthèse de l'activité des chiroptères au sol à l'été 2024



Carte 13 : Chiroptères patrimoniaux et/ou protégés - Synthèse de l'activité des chiroptères au sol à l'automne 2024

2.2.3.2 Utilisation des habitats par les espèces/cortèges d'espèces

La zone d'étude est quasi-exclusivement composée de parcelles cultivées. Le parc éolien se situe dans la plaine de Beauce, et ne comporte qu'un seul petit bosquet, ainsi qu'un long alignement d'arbres le long de la D924 au nord-ouest de la zone d'étude.

- Milieux forestiers

Le milieu forestier est absent de la zone d'étude. Cependant, un petit bosquet se trouve au niveau de l'éolienne E03, et un alignement d'arbres longe la D924. La présence d'espèces fréquentant le milieu boisé pour la chasse (Grand Murin, Murin de Natterer, Pipistrelle de Nathusius, Oreillard roux) ou le gîte (Noctule commune, Noctule de Leisler), ou les milieux bocagers en chasse (Barbastelle d'Europe, Oreillard gris) indique que celles-ci passent par la zone d'étude en transit entre leurs sites de repos et de chasse en été, ou bien en période de migration.

Le petit bosquet au milieu du parc peut potentiellement faire office de lieu de repos en cours de nuit, voire permettre une légère activité de chasse.

- Milieux anthropiques

Le parc éolien de Les Penages est bordé par les villages d'Ouzouer-le-Doyen et de Moisy, qui peuvent abriter en gîte les espèces anthropophiles contactées sur la zone d'étude. Celles-ci peuvent transiter par la zone d'étude depuis leurs gîtes en bâti vers leurs zones de chasse plus favorables, voire aller de village en village pour la chasse.

De manière plus générale, la présence de champs de lavande au sud de la zone d'étude (proximité de E05) peut potentiellement attirer des insectes pollinisateurs et ainsi faire office de terrain de chasse pour les chiroptères.



Point d'écoute 1 : milieu ouvert (éolienne E01)



Point d'écoute 2 : milieu ouvert (éolienne E02)



Point d'écoute 3 : milieu ouvert à proximité d'un petit bosquet (éolienne E03)



Point d'écoute 4 : milieu ouvert (éolienne E04)



Point d'écoute 5 : milieu ouvert au bord d'un champ de lavande (éolienne E05)

Habitats d'espèces et localisation des points d'écoute sur la zone d'étude

2.2.3.3 Potentialités de présence de gîtes

Le terme de « gîte » regroupe tous les gîtes fréquentés par les chauves-souris lors de l'hibernation, du transit, de l'estivage, de la mise-bas, de l'accouplement et du repos nocturne. Les connaissances relatives à ces différents types de gîte sont variables, les gîtes d'hibernation et de mise-bas étant généralement les plus étudiés. Les gîtes peuvent être séparés, en fonction de l'affinité des espèces, en quatre catégories : gîtes anthropiques, gîtes arboricoles, gîtes cavernicoles et gîtes rupestres.

Au sein de la zone d'étude :

- Aucun gîte arboricole ne semble présent sur la zone, le bosquet ne présentant pas d'arbres particulièrement matures. L'alignement d'arbres le long de la départementale n'a pas été vérifié.
- Aucun gîte anthropique n'est présent sur le parc, en effet, les villages d'Ouzouer-le-Doyen et de Moisy se situent hors de la zone d'étude. Un petit cabanon est présent au niveau du bosquet à proximité de l'éolienne E03, mais au vu de l'activité enregistrée à proximité, celui-ci n'est pas employé comme gîte. Cependant, les deux villages alentours sont parfaitement susceptibles d'abriter des chiroptères anthropophiles dans le bâti.
- Concernant les gîtes souterrains, les cavités connues à proximité de la zone d'étude ne concernent que quelques orifices observés dans d'anciennes carrières disséminées de façon éparse autour du parc éolien. Celles-ci ne présentent donc pas d'enjeu particulier.

2.2.4 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant précise, pour chaque espèce remarquable identifiée, ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur la zone d'étude et les niveaux d'enjeux écologiques spécifiques et contextualisés.

Tableau 25 : Statuts et enjeux écologiques des chiroptères remarquables présents au niveau de la zone d'étude

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Enjeu spécifique	Éléments d'écologie et population observée sur la zone d'étude	Enjeu contextualisé
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté			
Espèces patrimoniales et/ou réglementées									
Groupe des murins (<i>Myotis sp.</i>) - Sous-groupe des murins de grande taille									
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	An. II et IV	Art.2	LC	LC	DZ	-	Faible	<u>Ecologie :</u> L'espèce peut parcourir de longues distances entre ses gîtes estivaux et hivernaux, et chasse généralement en lisières et milieux forestiers. Il peut gîter dans les habitations et fermes autour de l'aire d'étude. Elle est connue au niveau de la ZNIEFF de type 1 du Bois du Jard à 10 km au nord-ouest du parc. <u>Activité au sol :</u> Le Grand Murin a été contacté au niveau des points 2, 3 et 4 au printemps, au niveau de tous les points en été et tous les points à l'exception du point 2 en automne. Son activité médiane est considérée comme très forte durant chaque saison et globalement très forte. Son activité est cependant très vite considérée comme très forte, au vu des habitats situés dans le référentiel. <u>Activité en hauteur :</u> Le Grand Murin n'a pas été contacté en altitude au niveau de l'éolienne E01, mais il a été contacté (4 minutes positives) au niveau de l'éolienne E05 (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur). <u>Gîtes :</u> Gîte potentiel de mise bas et d'élevage des jeunes sur le site : aucun. Gîte potentiel d'hibernation sur le site : aucun.	Faible
Groupe des murins (<i>Myotis sp.</i>) - Sous-groupe des murins de petite taille									
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i>	An.IV	Art.2	LC	LC	DZ	-	Faible	<u>Ecologie :</u> L'espèce est plutôt forestière, gîte principalement dans les arbres et chasse majoritairement le long des lisières, haies et dans les boisements. Elle est connue au niveau de la ZNIEFF de type 1 du Bois du Jard à 10 km au nord-ouest du parc.	Faible

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Enjeu spécifique	Éléments d'écologie et population observée sur la zone d'étude	Enjeu contextualisé
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté			
								<p><u>Activité au sol :</u> Le Murin de Natterer a été contacté au niveau du point 3 au printemps, et de tous les points en été et en automne. Son activité médiane est considérée comme moyenne au printemps, très forte en été et forte en automne. Elle est jugée globalement très forte. Son activité peut être sous-estimée, car des signaux appartenant au groupe des petits murins indéterminés ont été enregistrés au niveau de tous les points sauf au printemps et ces contacts appartiennent plus probablement à l'espèce. Au sol, l'espèce présente un pic d'activité en été et en automne, au niveau du point 3, celui où se situe le petit bosquet. L'espèce l'utilise plus probablement comme repère durant le transit.</p> <p><u>Activité en hauteur :</u> L'espèce n'a pas été contactée en altitude, que ce soit au niveau de l'éolienne E01 ou E05 (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur).</p> <p><u>Gîtes :</u> Gîte potentiel de mise bas et d'élevage des jeunes sur le site : arbres. Gîte potentiel d'hibernation sur le site : aucun.</p>	
Groupe sérotules (<i>Eptesicus sp.</i> , <i>Nyctalus sp.</i>)									
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	An. IV	Art. 2	VU	NT	DZ	-	Fort	<p><u>Ecologie :</u> La Noctule commune est une espèce de haut vol et forestière, mais exploite une grande diversité de territoire et chasse le plus souvent à haute altitude.</p> <p><u>Activité au sol :</u> La Noctule commune a été contactée au niveau de tous les points à l'exception des points 2 et 3 au printemps. Son activité médiane est considérée comme moyenne au printemps, très faible en été et forte en automne. Elle est jugée globalement très faible sur l'ensemble de la période d'écoute.</p>	Fort

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Enjeu spécifique	Éléments d'écologie et population observée sur la zone d'étude	Enjeu contextualisé
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté			
								<p>Son activité peut être sous-estimée, car des signaux appartenant au groupe des Sérotines/Noctules indéterminées ont été enregistrés au niveau de tous les points à l'exception du point 2 au printemps et certains contacts pourraient appartenir à l'espèce.</p> <p><u>Activité en hauteur :</u> La Noctule commune a été contactée en altitude au niveau des éoliennes E01 (806 minutes positives pour 37 % des contacts obtenus) et E05 (1 604 minutes positives pour 43 % des contacts obtenus). Elle est l'espèce dominante en altitude en 2024 au niveau des deux éoliennes, avec une activité doublant entre la E01 et la E05 (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur).</p> <p><u>Gîtes :</u> Gîte potentiel de mise bas et d'élevage des jeunes sur le site : arbres. Gîte potentiel d'hibernation sur le site : arbres.</p> <p><u>Enjeu :</u> L'espèce domine le groupement chiroptérologique en altitude, et présente une forte activité au sol en automne, son enjeu contextualisé peut donc rester fort.</p>	
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	An. IV	Art. 2	NT	NT	DZ	-	Fort	<p><u>Ecologie :</u> La Noctule de Leisler est une espèce de haut vol et forestière, mais qui fréquente une grande variété de milieux pour la chasse. Sa présence est déjà connue au niveau de Moisy (2021).</p> <p><u>Activité au sol :</u> La Noctule de Leisler a été contactée au niveau de tous les points d'écoute à l'exception du point 3 au printemps. Son activité médiane est considérée comme moyenne au printemps, forte en été et très forte en automne. Elle est jugée globalement forte. Son activité peut être sous-estimée, car des signaux appartenant au groupe des Sérotines/Noctules indéterminées ont été enregistrés au niveau de tous les points à l'exception du point 2 au printemps et certains contacts pourraient appartenir à l'espèce.</p>	Fort

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Enjeu spécifique	Éléments d'écologie et population observée sur la zone d'étude	Enjeu contextualisé
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté			
								<p><u>Activité en hauteur :</u> La Noctule de Leisler a été contactée en altitude au niveau des éoliennes E01 (249 minutes positives pour 11,5% des contacts obtenus) et E05 (715 minutes positives pour 19% des contacts obtenus). Elle est la seconde espèce la plus présente en altitude au niveau de l'éolienne E05, mais seulement la troisième au niveau de l'éolienne E01 (dépassée par la Pipistrelle commune) (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur).</p> <p><u>Gîtes :</u> Gîte potentiel de mise bas et d'élevage des jeunes sur le site : arbres. Gîte potentiel d'hibernation sur le site : arbres.</p> <p><u>Enjeu :</u> L'espèce est fortement présente en altitude et montre une activité jugée forte au sol, principalement en période de migration automnale. Son enjeu contextualisé reste donc fort.</p>	
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	An. IV	Art. 2	NT	LC	-	-	Modéré	<p><u>Ecologie :</u> La Sérotine commune est une espèce gîtant en milieu anthropique, chassant généralement à hauteur de végétation en milieu urbain ou rural avec une préférence pour les milieux mixtes.</p> <p><u>Activité au sol :</u> La Sérotine commune n'a été contactée avec certitude au printemps, elle n'a été au niveau du point 1 en été et des points 1, 2, 3 et 4 en automne. Son activité médiane est considérée comme faible en été, moyenne en automne et globalement très faible. Son activité peut être sous-estimée, car des signaux appartenant au groupe des Sérotines/Noctules indéterminées ont été enregistrés au niveau de tous les points à l'exception du point 2 au printemps et certains contacts pourraient appartenir à l'espèce.</p> <p><u>Activité en hauteur :</u> La Sérotine commune a été contactée avec certitude en altitude au niveau des éoliennes E01 (7 minutes positives pour moins de 1 % des contacts</p>	Modéré

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Enjeu spécifique	Éléments d'écologie et population observée sur la zone d'étude	Enjeu contextualisé
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté			
								<p>obtenus) et E05 (12 minutes positives pour moins de 1 % des contacts obtenus). Il faut prendre en compte cependant la proportion de contacts de « sérotules » indéterminées qui peuvent être des Sérotines communes, notamment parmi les sons enregistrés hors période de migration (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur).</p> <p><u>Gîtes :</u> Gîte potentiel de mise bas et d'élevage des jeunes sur le site : aucun. Gîte potentiel d'hibernation sur le site : aucun.</p> <p><u>Enjeu :</u> Au vu de la présence de contacts certains de l'espèce en altitude et au sol, de la présence de nombreux contacts indéterminés parmi lesquels peuvent se trouver des contacts de Sérotine commune ainsi que la présence de villages autour du site, pouvant abriter l'espèce en gîte, son enjeu contextualisé reste modéré.</p>	
Groupe des oreillards (<i>Plecotus sp.</i>)									
Groupe des Oreillards								<p><u>Ecologie :</u> La détermination des Oreillards est délicate et la majeure partie des enregistrements ne sont donc pas déterminés.</p> <p><u>Activité au sol :</u> Les Oreillards indéterminés ont été contactés au niveau de tous les points d'écoute à l'exception des points 2 et 4 au printemps. L'activité médiane du groupe des Oreillards indéterminés est considérée comme faible au printemps, forte en été et moyenne en automne. Elle est jugée globalement forte.</p> <p>Il faut remarquer la présence d'un très fort pic d'activité au niveau du point 5 en été (185 contacts) concentré sur une seule des trois nuits d'écoute de l'été. Au vu des milieux à proximité (villages) et de l'activité plutôt liée à du transit, ce pic est plus probablement dû à l'activité de transit, voire de chasse de l'Oreillard gris, qui aurait pu chasser les insectes dans les champs de lavande à proximité.</p>	-

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Enjeu spécifique	Éléments d'écologie et population observée sur la zone d'étude	Enjeu contextualisé
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté			
								<u>Activité en hauteur :</u> Le groupe des oreillards n'a pas été contacté en altitude, que ce soit au niveau de l'éolienne E01 ou E05 (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur).	
Oreillard gris <i>Plecotus austriacus</i>	An. IV	Art. 2	LC	LC	-	-	Faible	<u>Ecologie :</u> L'Oreillard gris est une espèce gîtant dans le bâti en été, et qui chasse en pratiquant le glanage le long des lisières. <u>Activité au sol :</u> L'Oreillard gris a été contacté avec certitude au niveau du point 5 en été et des points 3, 4 et 5 en automne. <u>Activité en hauteur :</u> L'espèce n'a pas été contactée en altitude, que ce soit au niveau de l'éolienne E01 ou E05 (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur). <u>Gîtes :</u> Gîte potentiel de mise bas et d'élevage des jeunes sur le site : aucun. Gîte potentiel d'hibernation sur le site : aucun.	Faible
Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>	An. IV	Art. 2	LC	DD	DZ	-	Faible	<u>Ecologie :</u> L'Oreillard roux exploite une variété de gîtes arboricoles durant l'été et chasse en pratiquant le glanage le long des lisières. <u>Activité au sol :</u> L'Oreillard roux a été contacté avec certitude au niveau des points 1, 3 et 5 en été uniquement. <u>Activité en hauteur :</u> L'espèce n'a pas été contactée en altitude, que ce soit au niveau de l'éolienne E01 ou E05 (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur). <u>Gîtes :</u> Gîte potentiel de mise bas et d'élevage des jeunes sur le site : arbres. Gîte potentiel d'hibernation sur le site : arbres.	Faible

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Enjeu spécifique	Éléments d'écologie et population observée sur la zone d'étude	Enjeu contextualisé
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté			
Groupe des pipistrelles (<i>Pipistrellus sp.</i>)									
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	An. IV	Art. 2	NT	NT	DZ	-	Fort	<p><u>Ecologie :</u> Espèce migratrice associée au milieu forestier, la Pipistrelle de Nathusius chasse préférentiellement en milieux boisés diversifiés ou à proximité des haies et lisières.</p> <p><u>Activité au sol :</u> La Pipistrelle de Nathusius n'a pas été contactée au printemps, elle a été contactée en été au niveau des points 1 à 4 et en automne au niveau de tous les points. Son activité médiane est considérée comme faible en été et moyenne en automne. Elle est jugée globalement faible. Son activité peut être sous-estimée, car des signaux appartenant au groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius indéterminées ont été enregistrés au niveau de l'ensemble des points d'écoute, et ces contacts pourraient appartenir à l'espèce, le groupe présente une activité forte au printemps et en automne.</p> <p><u>Activité en hauteur :</u> Le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius indéterminées a été contacté en altitude au niveau des éoliennes E01 (156 minutes positives pour 7 % des contacts obtenus) et E05 (281 minutes positives pour 7 % des contacts obtenus). Le très fort recouvrement entre les deux espèces en altitude explique qu'elles soient traitées en tant que groupe (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur).</p> <p><u>Gîtes :</u> Gîte potentiel de mise bas et d'élevage des jeunes sur le site : arbres. Gîte potentiel d'hibernation sur le site : arbres.</p> <p><u>Enjeu :</u> Au vu de l'activité forte du groupe au sol en automne, et de l'activité du groupe en altitude, son enjeu contextualisé peut rester fort.</p>	Fort

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Enjeu spécifique	Éléments d'écologie et population observée sur la zone d'étude	Enjeu contextualisé
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté			
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	An. IV	Art. 2	NT	LC	-	-	Modéré	<p><u>Ecologie :</u> La Pipistrelle commune fréquente tout type de milieux et peut chasser dans les milieux agricoles.</p> <p><u>Activité au sol :</u> La Pipistrelle commune a été contactée au niveau de tous les points d'écoute au printemps, en été et en automne. Son activité médiane est considérée comme très faible au printemps et en été et faible en automne. Elle est jugée comme globalement très faible.</p> <p><u>Activité en hauteur :</u> La Pipistrelle commune a été contactée en altitude au niveau des éoliennes E01 (39 minutes positives pour 18 % des contacts obtenus) et E05 (374 minutes positives pour 10 % des contacts obtenus). Elle est la seconde espèce la plus présente en altitude au niveau de l'éolienne E01, mais seulement la troisième au niveau de l'éolienne E05 (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur).</p> <p><u>Gîtes :</u> Gîte potentiel de mise bas et d'élevage des jeunes sur le site : parfois arbres. Gîte potentiel d'hibernation sur le site : aucun.</p> <p><u>Enjeu :</u> Son activité au sol est globalement très faible, mais elle est la seconde espèce présente en altitude selon l'éolienne. Pour cette raison, son enjeu contextualisé peut rester modéré.</p>	Modéré
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	An. IV	Art. 2	LC	LC	-	-	Faible	<p><u>Ecologie :</u> La Pipistrelle de Kuhl est assez généraliste, fréquentant autant les milieux anthropique que les paysages agricoles et les forêts. Elle chasse en milieu ouvert comme boisé.</p> <p><u>Activité au sol :</u> La Pipistrelle de Kuhl a été contactée au niveau de tous les points d'écoute à l'exception du point 5 au printemps.</p>	Faible

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Enjeu spécifique	Éléments d'écologie et population observée sur la zone d'étude	Enjeu contextualisé
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté			
								<p>Son activité médiane est considérée comme faible au printemps, très faible en été et moyenne en automne.</p> <p>Son activité peut être sous-estimée, car des signaux appartenant au groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius indéterminées ont été enregistrés au niveau de l'ensemble des points d'écoute, et ces contacts pourraient appartenir à l'espèce, le groupe présente une activité forte au printemps et en automne.</p> <p><u>Activité en hauteur :</u></p> <p>Le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius indéterminées a été contacté en altitude au niveau des éoliennes E01 (156 minutes positives pour 7% des contacts obtenus) et E05 (281 minutes positives pour 7% des contacts obtenus). Le très fort recouvrement entre les deux espèces en altitude explique qu'elles soient traitées en tant que groupe (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur).</p> <p><u>Gîtes :</u></p> <p>Gîte potentiel de mise bas et d'élevage des jeunes sur le site : rarement arbres.</p> <p>Gîte potentiel d'hibernation sur le site : aucun.</p>	
Autres espèces									
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>	An. II et IV	Art. 2	LC	NT	DZ	-	Modéré	<p><u>Ecologie :</u></p> <p>Espèce typiquement forestière, la barbastelle occupe principalement les lisières de boisement pour le gîte et la chasse.</p> <p><u>Activité au sol :</u></p> <p>La Barbastelle d'Europe a été contactée au niveau de tous les points d'écoute à l'exception des points 2 et 4 au printemps.</p> <p>Son activité médiane est considérée comme moyenne au printemps et forte en été et en automne. Elle est globalement jugée forte.</p> <p><u>Activité en hauteur :</u></p>	Modéré

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Enjeu spécifique	Éléments d'écologie et population observée sur la zone d'étude	Enjeu contextualisé
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté			
								<p>La Barbastelle d'Europe a été contactée en altitude au niveau de l'éolienne E01 uniquement (1 minute positive pour moins de 0,1 % des contacts obtenus) (cf. § Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur).</p> <p><u>Gîtes :</u> Gîte potentiel de mise bas et d'élevage des jeunes sur le site : arbres. Gîte potentiel d'hibernation sur le site : parfois arbres.</p> <p><u>Enjeu :</u> Son activité globalement forte au sol malgré la quasi-absence du milieu boisé justifie de garder son enjeu contextualisé comme modéré.</p>	

Légende :

- An. II/IV : espèces inscrites aux annexes II et/ou IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats ».
- Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.
- Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus.
- LRN : La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017) : RE : disparu de France métropolitaine ; CR : en danger critique ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable ; NE : non évalué.
- LRR : Liste rouge régionale des mammifères (NATURE CENTRE & CBNBP, 2014) : 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 (DREAL Centre, 2015).

2.2.5 Bilan concernant les chiroptères et enjeux associés

Onze espèces de chiroptères sont présentes dans la zone d'étude soit 44 % des espèces connues en région Centre-Val de Loire. Toutes les espèces de chauve-souris sont protégées en France.

Parmi les espèces citées, deux sont d'intérêt communautaire, c'est-à-dire qu'elles sont inscrites à l'annexe II de la directive Habitats, il s'agit de la Barbastelle d'Europe et du Grand Murin. En termes d'enjeu, trois espèces représentent un enjeu contextualisé fort (Noctule commune, Noctule de Leisler, Pipistrelle de Nathusius), trois un enjeu contextualisé modéré et cinq un enjeu contextualisé faible à l'échelle de la zone d'étude.

La composition spécifique au sol est typique du cortège des espèces volant en altitude, avec toutefois la Barbastelle d'Europe, le Murin de Natterer et les oreillards faisant exception, étant globalement plutôt des espèces rencontrées en milieu boisé et bocager.

Au regard de ces éléments, la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius, trois espèces migratrices de haut vol, sont les espèces à fort enjeu de la zone d'étude, au vu de leur activité et de leur sensibilité à l'éolien. Les espèces à enjeu modéré sont la Pipistrelle commune et la Sérotine commune, volant également à hauteur de pales de façon régulière, et la Barbastelle d'Europe, dont l'activité sur la zone d'étude justifie cet enjeu.

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

2.3.1 Espèces contactées

D'après les enregistrements réalisés à hauteur de nacelle sur les éoliennes E01 et E05, 8 espèces de chiroptères sont présentes ou considérées comme telles en altitude au niveau du parc éolien de Les Penages.

- 6 espèces contactées lors des inventaires de terrain :
 - Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) au niveau de l'éolienne E01 ;
 - Grand Murin (*Myotis myotis*) au niveau de l'éolienne E05 ;
 - Noctule commune (*Nyctalus noctula*) au niveau des deux éoliennes ;
 - Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) au niveau des deux éoliennes ;
 - Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) au niveau des deux éoliennes ;
 - Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) au niveau des deux éoliennes.
- 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.*) au niveau des deux éoliennes ;
 - Groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius (*Pipistrellus kuhlii* / *P. nathusii*) au niveau des deux éoliennes.
- 2 espèces non identifiées lors des enregistrements mais considérées comme présentes au niveau des deux éoliennes équipées compte tenu des groupes d'espèces contactés :
 - Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ;
 - Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*).

En 2024, 8 espèces de chauves-souris ont été contactées, à hauteur de nacelle, au niveau des éoliennes E01 et E05, ce qui représente 32 % des 25 espèces présentes en région Centre-Val de Loire.

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

Tableau 26 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc de Les Penages en 2024

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

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

Légende :

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

2.3.2 Abondance relative

2.3.2.1 Eolienne E01

Au cours de la période d'enregistrement (131 nuits exploitables entre le 6 mars 2024 et 9 novembre 2024), 4 224 contacts de 5 secondes ou 2 170 minutes (soit 36h10) 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 (75 m), pendant les 131 nuits d'écoute exploitables.

Tableau 27 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 75 m sur E01

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>	4	<0,1%	1	<0,1%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	1 652	39,1%	806	37,1%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	351	8,3%	249	11,5%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	9	0,2%	7	0,3%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	1 006	23,8%	552	25,4%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	886	21%	399	18,4%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i> .	316	7,5%	156	7,2%
Total	4 224	100%	2 170	100%

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

- La **Noctule commune** est l'**espèce la plus représentée en altitude**, avec 37,1% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Cette espèce est typiquement fortement représentée en altitude.
- Le groupe **Sérotine commune / Noctules indéterminés** est fortement représenté avec 25,4% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. L'activité des trois espèces comprises dans ce groupe peut donc être sous-estimée.

- La **Pipistrelle commune** est la deuxième espèce la plus fréquente sur site avec 18,4% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude.
- La **Noctule de Leisler** est également assez fréquente sur site avec 11,5% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude.
- Le groupe **Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius**, représente 7,2% des « minutes positives » enregistrées sur ce parc. Bien que non identifiées, ces deux espèces sont donc présentes en altitude.
- La **Sérotine commune** représente une petite part des contacts en altitude avec moins de 1% des « minutes positives ».
- La **Barbastelle d'Europe** représente également une petite part des contacts en altitude avec moins de 1% des « minutes positives ».

En 2024, le suivi a permis de comptabiliser 2 170 minutes positives au cours des 248 nuits d'enregistrement. Ainsi, **on obtient une moyenne de 8,75 minutes positives par nuit au cours de la période d'enregistrement. Néanmoins, si on ramène uniquement sur les nuits ayant comptabilisé une activité des chauve-souris** (c'est-à-dire le nombre de nuits exploitables) alors **on obtient une moyenne de 16,6 minutes positives par nuit** (n = 131 nuits).

2.3.2.2 Eolienne E05

Au cours de la période d'enregistrement (148 nuits exploitables entre le 6 mars 2024 et 9 novembre 2024), 7 630 contacts de 5 secondes ou 3 763 minutes (soit 62h43) 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 (75 m), pendant les 148 nuits d'écoute exploitables.

Tableau 28 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 75 m sur E05

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	10	0,1%	4	0,1%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	3 669	48,1%	1 604	42,6%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	1 119	14,7%	715	19,0%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	795	10,4%	374	9,9%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i> .	785	10,3%	281	7,5%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	13	0,2%	12	0,3%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	1239	16,2%	773	20,5%
Total	7 630	100%	3 763	100%

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

- La **Noctule commune** est l'**espèce la plus représentée en altitude**, avec 42,6% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Cette espèce est typiquement fortement représentée en altitude.
- Le groupe **Sérotine commune / Noctules indéterminés** est fortement représenté avec 20,5% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. L'activité des trois espèces comprises dans ce groupe peut donc être sous-estimée.
- La **Noctule de Leisler** est la deuxième espèce la plus fréquente sur site avec 19% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude.

- La **Pipistrelle commune** est également assez fréquente sur site avec 9,9% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude.
- Le groupe **Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius**, représente 7,5% des « minutes positives » enregistrées sur ce parc. Bien que non identifiées, ces deux espèces sont donc présentes en altitude.
- La **Sérotine commune** représente une petite part des contacts en altitude avec moins de 1% des « minutes positives ».
- Le **Grand Murin** représente également une petite part des contacts en altitude avec moins de 1% des « minutes positives ».

En 2024, le suivi a permis de comptabiliser 3 763 minutes positives au cours des 248 nuits d'enregistrement. Ainsi, **on obtient une moyenne de 15,17 minutes positives par nuit au cours de la période d'enregistrement. Néanmoins, si on ramène uniquement sur les nuits ayant comptabilisé une activité des chauve-souris** (c'est-à-dire le nombre de nuits exploitables) alors **on obtient une moyenne de 25,4 minutes positives par nuit** (n = 148 nuits).

2.3.3 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.

Eolienne E01

Tableau 29 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur pour l'éolienne E01

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
Barbastelle d'Europe	239	0,42%	0,004	1	Activité très faible	Activité très faible
Noctule commune	239	34,31%	3,372	9,829	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	239	27,62%	1,042	3,773	Activité faible	Activité faible
Pipistrelle de Kuhl / Nathusius	239	21,76%	0,653	3	Activité très forte	Activité moyenne
Pipistrelle commune	239	32,22%	1,657	5,143	Activité forte	Activité moyenne
Sérotine commune	239	1,67%	0,029	1,75	Activité moyenne	Activité moyenne
Sérotine / Noctule	239	34,73%	2,31	6,651	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	239	54%	7,48	13,75	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

- Nombre de nuits : Nombre de nuits d'enregistrement en altitude entre le premier et le dernier contact. Cette valeur est donc légèrement inférieure à la période totale d'enregistrement (n=248) ;
- Occurrence par point-nuit = rapport du nombre de points-nuits où l'espèce a été contactée sur le nombre de points-nuits total d'enregistrement sur la saison ;
- Activité moyenne quand présence ou absence = Moyenne du nombre de minutes positives par point-nuit en prenant en compte les points-nuits où l'espèce est présente et absente ;
- Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point-nuit en prenant en compte uniquement les points-nuits où l'espèce est présente ;
- Niveau d'activité quand présence ou absence = Niveau d'activité issu de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel ActiChiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques.

Sur l'ensemble de la période suivie, une espèce et deux groupes d'espèces montrent une activité très forte. Il s'agit de la Noctule commune, des groupes Sérotine/Noctule et Pipistrelle de Kuhl/Nathusius. On note également que la Pipistrelle commune présente une activité forte. L'ensemble des autres espèces ou groupes d'espèces montrent une activité moyenne, faible ou très faible.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 54% des nuits, avec une activité très forte.

Eolienne E05

Tableau 30 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur pour l'éolienne E05

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
Grand Murin	225	1,33%	0,018	1,333	Activité forte	Activité très forte
Noctule commune	225	48,89%	7,129	14,582	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	225	46,22%	3,160	6,837	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	225	25,33%	1,227	4,842	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune	225	32,44%	1,658	5,11	Activité forte	Activité moyenne
Sérotine commune	225	3,56%	0,053	1,5	Activité moyenne	Activité très faible
Sérotine / Noctule	225	47,56%	3,436	7,224	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	225	65%	13,940	21,33	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

- Nombre de nuits : Nombre de nuits d'enregistrement en altitude entre le premier et le dernier contact. Cette valeur est donc légèrement inférieure à la période totale d'enregistrement (n=248) ;
- 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, deux espèces et deux groupes d'espèces montrent une activité très forte. Il s'agit de la Noctule commune et de la Noctule de Leisler ainsi que du groupe des Sérotines et celui des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius. On note également que la Pipistrelle commune et le grand Murin présentent une activité forte. La Sérotine commune montre une activité moyenne.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 65% des nuits, avec une activité très forte.

Général

Sur l'ensemble de la période suivie, les deux éoliennes ayant fait l'objet d'un suivi acoustique en nacelle montrent une activité chiroptérologique très forte. On note cependant que l'activité moyenne « Toutes espèces » est plus importante au niveau de l'éolienne E05. La Noctule commune est l'unique espèce présentant une activité très forte au niveau des deux éoliennes. Comme pour l'activité générale, la Noctule commune présente une activité plus forte au niveau de l'éolienne E05.

2.3.3.1 Activité en période printanière (avril à mai)

2.3.3.1.1. Eolienne E01

Tableau 31 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période printanière pour l'éolienne E01

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	77	3,9%	0,039	1	Activité faible	Activité très faible
Noctule de Leisler	77	2,6%	0,026	1	Activité très faible	Activité très faible
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	77	6,5%	0,091	1,4	Activité faible	Activité très faible
Pipistrelle commune	77	7,8%	0,117	1,5	Activité très faible	Activité très faible
Sérotine / Noctule	77	7,8%	0,143	1,8	Activité moyenne	Activité forte
Toutes espèces	77	21%	0,42	2	Activité très faible	Activité très faible

Légende :

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

Au cours de la période printanière, aucune espèce ne montre une activité forte ou très forte. On note tout de même que le groupe Sérotine/Noctule présente une activité moyenne. L'ensemble des autres espèces ou groupes d'espèces montrent une activité faible ou très faible.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 21% des nuits, avec une activité très faible.

2.3.3.1.2. Eolienne E05

Tableau 32 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période printanière pour l'éolienne E05

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	78	10,26%	0,359	3,5	Activité forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	78	15,38%	0,256	1,667	Activité faible	Activité très faible
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	78	8,97%	0,115	1,286	Activité faible	Activité très faible
Pipistrelle commune	78	10,26%	0,295	2,875	Activité très faible	Activité très faible
Sérotine / Noctule	78	8,97%	0,154	1,714	Activité moyenne	Activité moyenne

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
Toutes espèces	78	33%	1,08	3,23	Activité très faible	Activité très faible

Légende :

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

Au cours de la période printanière, une espèce montre une activité forte. Il s'agit de la Noctule commune. On note également que le groupe Sérotine/Noctule présente une activité moyenne. L'ensemble des autres espèces ou groupes d'espèces montrent une activité faible ou très faible.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 33% des nuits, avec une activité très faible.

2.3.3.1.3. Général

Au cours de la période printanière, l'activité chiroptérologique est très faible, autant sur l'éolienne E01 que sur l'éolienne E05. On remarque cependant que l'activité moyenne est légèrement supérieure au niveau de l'éolienne E05. Par ailleurs, une activité jugée forte de la Noctule commune a été observée uniquement sur l'éolienne E05.

2.3.3.2 Activité en période estivale (juin à juillet)

2.3.3.2.1. Eolienne E01

Tableau 33 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période estivale de l'éolienne E01

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	40,98%	3,443	8,4	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	61	36,07%	1,18	3,273	Activité forte	Activité faible
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	61	26,23%	1,016	3,875	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune	61	44,26%	2,328	5,259	Activité forte	Activité moyenne
Sérotine commune	61	1,64%	0,016	1	Activité moyenne	Activité très faible
Sérotine / Noctule	61	45,9%	2,475	5,393	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	61	70%	8,79	12,47	Activité très forte	Activité forte

Légende :

- Nombre de nuits : Nombre de nuits d'enregistrement en altitude entre le premier et le dernier contact. Cette valeur est donc légèrement inférieure à la période totale d'enregistrement ;
- Occurrence par point-nuit = rapport du nombre de points-nuits où l'espèce a été contactée sur le nombre de points-nuits total d'enregistrement sur la saison ;
- Activité moyenne quand présence ou absence = Moyenne du nombre de minutes positives par point-nuit en prenant en compte les points-nuit où l'espèce est présente et absente ;

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

Au cours de la période estivale, une espèce et deux groupes d'espèces montrent une activité très forte. Il s'agit de la Noctule commune ainsi que des groupes Sérotine/Noctule et Pipistrelles de Kuhl/Nathusius. On note également que la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler présentent une activité forte. Enfin, la Sérotine commune montre une activité moyenne.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 70% des nuits, avec une activité très forte.

2.3.3.2.2. Eolienne E05

Tableau 34 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période estivale de l'éolienne E05

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité en période estivale quand présence ou absence	Niveau d'activité en période estivale quand présence uniquement
Grand Murin	61	3,28%	0,049	1,5	Activité très forte	Activité très forte
Noctule commune	61	68,85%	7,508	10,905	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	61	57,38%	4,082	7,114	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	61	27,87%	0,869	3,118	Activité très forte	Activité forte
Pipistrelle commune	61	39,34%	1,41	3,583	Activité moyenne	Activité très faible
Sérotine commune	61	8,2%	0,115	1,4	Activité forte	Activité très faible
Sérotine / Noctule	61	60,66%	3,803	6,27	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	61	79%	15,2	19,31	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

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

Au cours de période estivale, trois espèces et deux groupes d'espèces montrent une activité très forte. Il s'agit de la Noctule commune, de la Noctule de Leisler et du Grand Murin ainsi que des groupes Sérotine/Noctule et Pipistrelles de Kuhl/Nathusius. On note également que la Sérotine commune présente une activité forte. La Pipistrelle commune montre une activité moyenne.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 79% des nuits, avec une activité très forte.

2.3.3.2.3. Général

En été, la Noctule présente une activité très forte au niveau des deux éoliennes ayant fait l'objet d'une écoute en nacelle. Parmi les espèces observées fréquemment en altitude, la Noctule de Leisler présente une activité plus forte au niveau de l'éolienne E05 tandis que la Pipistrelle commune a été contactée plus fréquemment sur l'éolienne E01. Toutes espèces confondues, l'occurrence par points nuits ainsi que l'activité moyenne des chiroptères est plus conséquente au niveau de l'éolienne E05.

2.3.3.3 Activité en période automnale (août à novembre)

2.3.3.3.1. Eolienne E01

Tableau 35 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période automnale de l'éolienne E01

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité à l'automne quand présence ou absence	Niveau d'activité à l'automne quand présence uniquement
Barbastelle d'Europe	101	0,99%	0,01	1	Activité forte	Activité très faible
Noctule commune	101	52,48%	5,842	11,132	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	101	40,59%	1,673	4,122	Activité très forte	Activité forte
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	101	30,69%	0,861	2,806	Activité très forte	Activité forte
Pipistrelle commune	101	42,57%	2,386	5,605	Activité très forte	Activité forte
Sérotine commune	101	2,97%	0,059	2	Activité moyenne	Activité moyenne
Sérotine / Noctule	101	47,52%	3,663	7,708	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	101	69%	11,81	17,04	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

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

Au cours de période automnale, trois espèces et deux groupes d'espèces montrent une activité très forte. Il s'agit de la Noctule commune, de la Noctule de Leisler et de la Pipistrelle commune ainsi que des groupes Sérotine/Noctule et Pipistrelles de Kuhl/Nathusius. On note également que la Barbastelle présente une activité forte. La Sérotine commune montre une activité moyenne.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 69% des nuits, avec une activité très forte.

2.3.3.3.2. Eolienne E05

Tableau 36 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période automnale de l'éolienne E05

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité à l'automne quand présence ou absence	Niveau d'activité à l'automne quand présence uniquement
Grand Murin	86	1,16%	0,012	1	Activité moyenne	Activité très faible
Noctule commune	86	68,6%	12,453	18,153	Activité très forte	Activité très forte

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité à l'automne quand présence ou absence	Niveau d'activité à l'automne quand présence uniquement
Noctule de Leisler	86	65,12%	5,035	7,732	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	86	37,21%	2,465	6,625	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune	86	46,51%	3,058	6,575	Activité très forte	Activité forte
Sérotine commune	86	3,49%	0,058	1,667	Activité moyenne	Activité faible
Sérotine / Noctule	86	72,09%	5,837	8,097	Activité très forte	Activité très forte
Toutes espèces	86	84%	24,08	28,76	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

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

Au cours de période automnale, trois espèces et deux groupes d'espèces montrent une activité très forte. Il s'agit de la Noctule commune, de la Noctule de Leisler et de la Pipistrelle commune ainsi que des groupes Sérotine/Noctule et Pipistrelles de Kuhl/Nathusius. On note également que la Sérotine commune et le Grand Murin montrent une activité moyenne.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 84% des nuits, avec une activité très forte.

2.3.3.3.3. Général

En automne, les espèces présentant une activité très forte sont identiques pour les deux éoliennes ayant fait l'objet d'une écoute en nacelle. Il s'agit de la Noctule commune, de la Noctule de Leisler et de la Pipistrelle commune. On remarque cependant que l'activité moyenne des deux espèces de Noctule est nettement plus forte au niveau de l'éolienne E05. Toutes espèces confondues, l'occurrence par points nuits ainsi que l'activité moyenne des chiroptères est également plus conséquente au niveau de l'éolienne E05.

2.3.4 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur

Les graphiques suivant présentent l'activité journalière moyenne par heure pour chaque éoliennes. Il permet de mettre en évidence des pics d'activités très ponctuels.

2.3.4.1.1. Eolienne E01

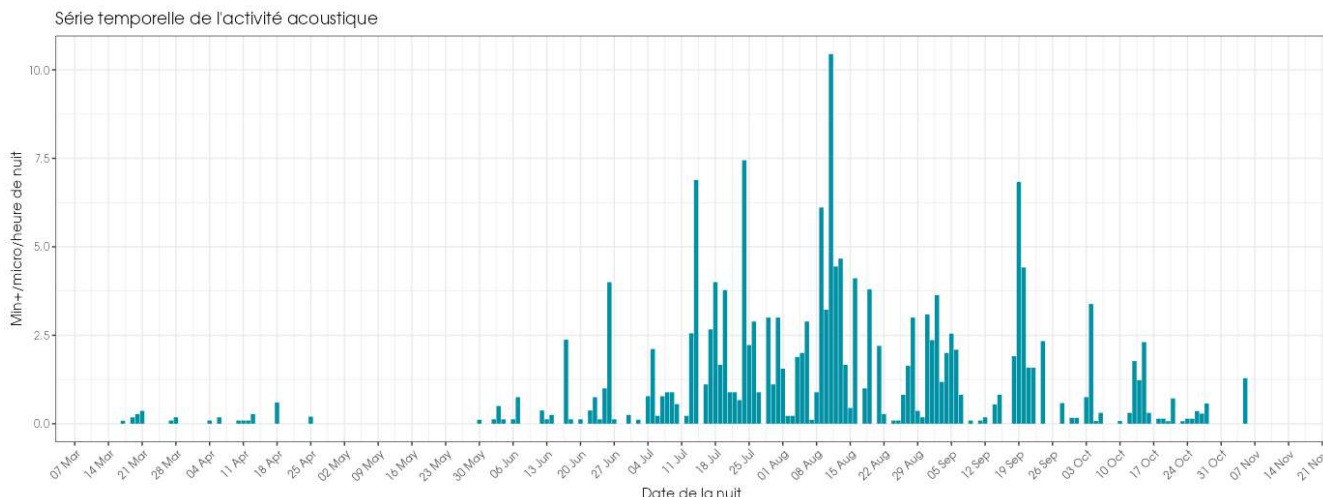


Figure 16 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (75 m) au niveau de l'éolienne E01 de mars à novembre 2024

L'activité enregistrée à 75 m au niveau de l'éolienne E01 du parc de Les Penages montre d'importantes variations de l'activité des chauves-souris. Les chauves-souris n'ont pas été contactées en altitude sur ce site durant le mois de mai. Les pics d'activité les plus importants ont été observés durant les périodes estivales et automnales, soit au cours des mois de juillet à septembre. L'activité maximale est plus précisément atteinte en début août.

2.3.4.1.2. Eolienne E05

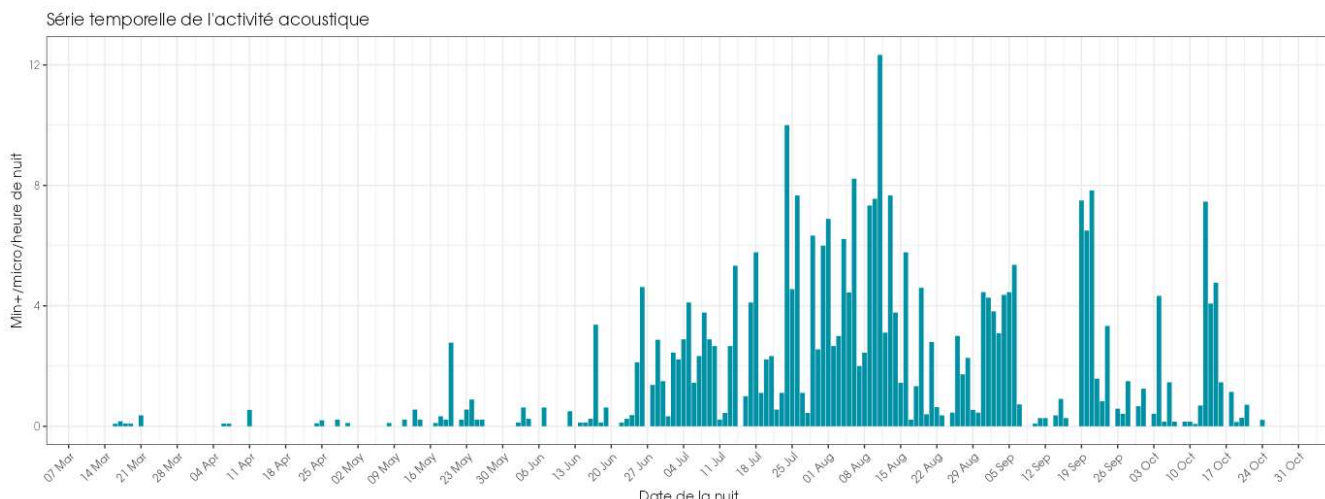


Figure 17 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (75 m) au niveau de l'éolienne E05 de mars à novembre 2024

L'activité enregistrée à 75 m au niveau de l'éolienne E05 du parc de Les Penages montre d'importantes variations de l'activité des chauves-souris. Les chauves-souris ont été peu contactées en altitude sur ce site de mars à mi-mai. Les pics d'activité les plus importants ont été observés durant les périodes estivales et automnales, soit au cours des mois de juillet à octobre. L'activité maximale est plus précisément atteinte en début août.

2.3.4.1.3. Général

Pour l'éolienne E01 comme pour l'éolienne E05, l'activité chiroptérologique varie fortement au cours de l'année. L'activité étant plus importante sur l'éolienne E05, on observe donc plus de pics en comparaison de l'éolienne E01. On remarque néanmoins que les pics d'activités ont lieu aux mêmes périodes pour les deux écouteurs en nacelle. C'est-à-dire un premier pic mi/fin juillet et un second début août.

2.3.4.2 Activité mensuelle

Eolienne E01

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

L'activité est tout d'abord faible de mars à mai puis augmente au cours des mois de juin à juillet. Le mois d'août est celui enregistrant l'activité la plus forte. L'activité diminue ensuite jusqu'à novembre.

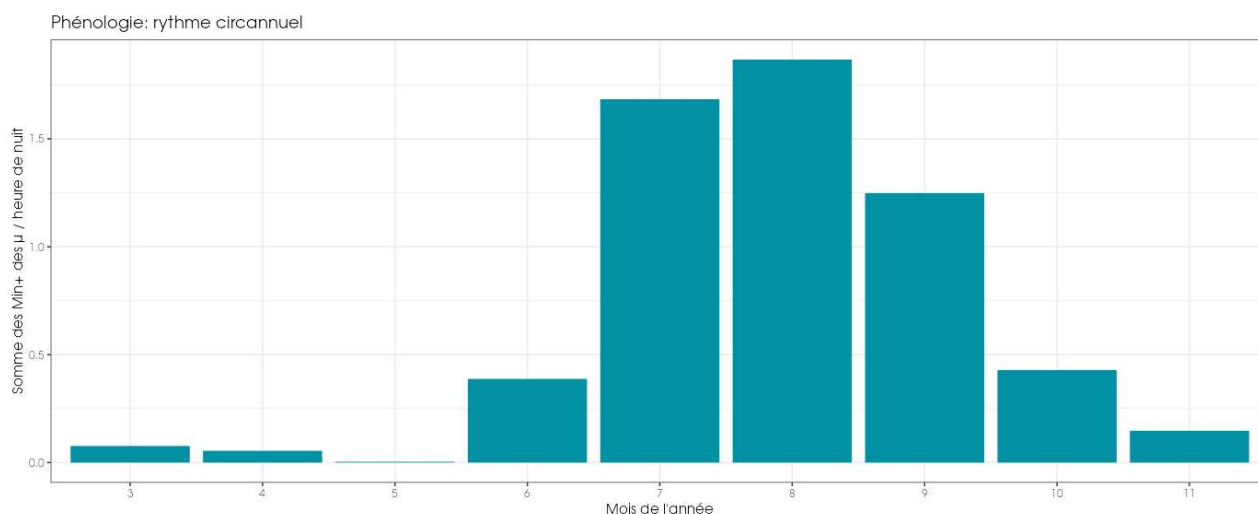


Figure 18 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (75 m) au niveau de l'éolienne E01 de mars à novembre 2024

Eolienne E05

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

L'activité est tout d'abord faible de mars à avril puis augmente au cours des mois de mai à juillet. Le mois d'août est celui enregistrant l'activité la plus forte. L'activité diminue ensuite jusqu'à octobre.

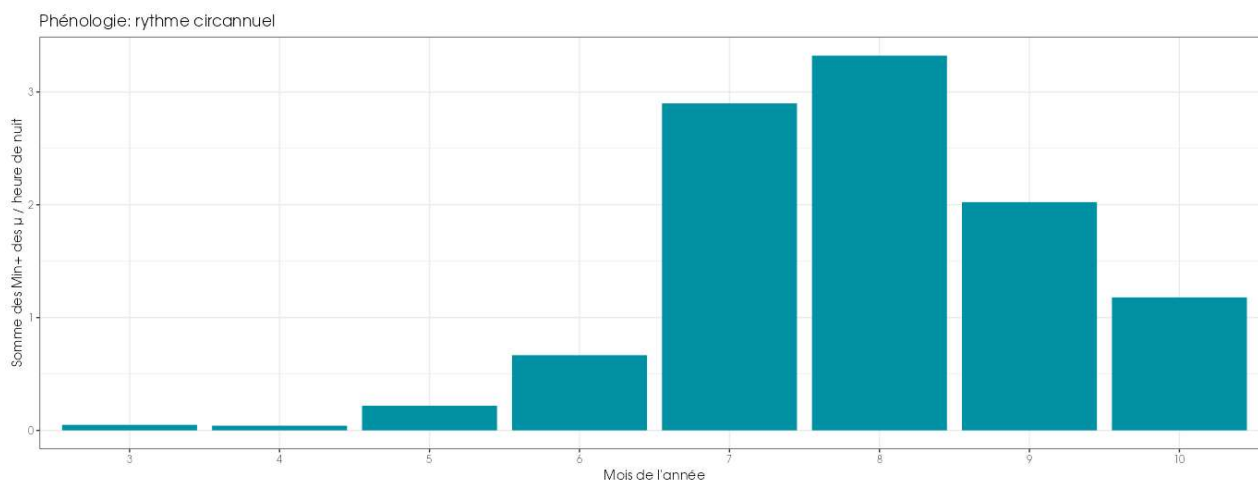


Figure 19 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (75 m) au niveau de l'éolienne E05 de mars à novembre 2024

2.3.4.2.1. Pipistrelle commune

Eolienne E01

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente 18,4% du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de très faible à très forte entre le printemps et l'automne.

L'activité de la Pipistrelle commune est faible entre mars et mai puis augmente en juin pour atteindre son pic en juillet. On observe ensuite une légère baisse en août. L'activité au mois de septembre est à nouveau en hausse avant de diminuer jusqu'en novembre.

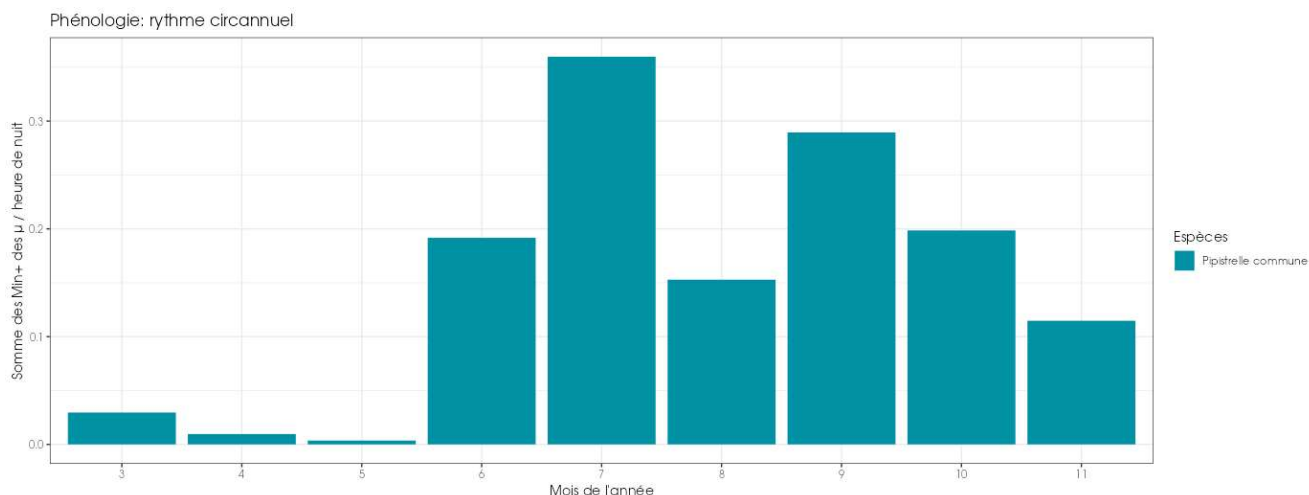


Figure 20 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne E01 de mars à novembre 2024

Eolienne E05

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente 9,9% du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de très faible à très forte entre le printemps et l'automne.

L'activité de la Pipistrelle commune est faible en mars et en avril puis augmente de mai à juillet. On observe ensuite une légère baisse en août puis à nouveau une hausse en septembre. La Pipistrelle commune atteint son pic d'activité en octobre.

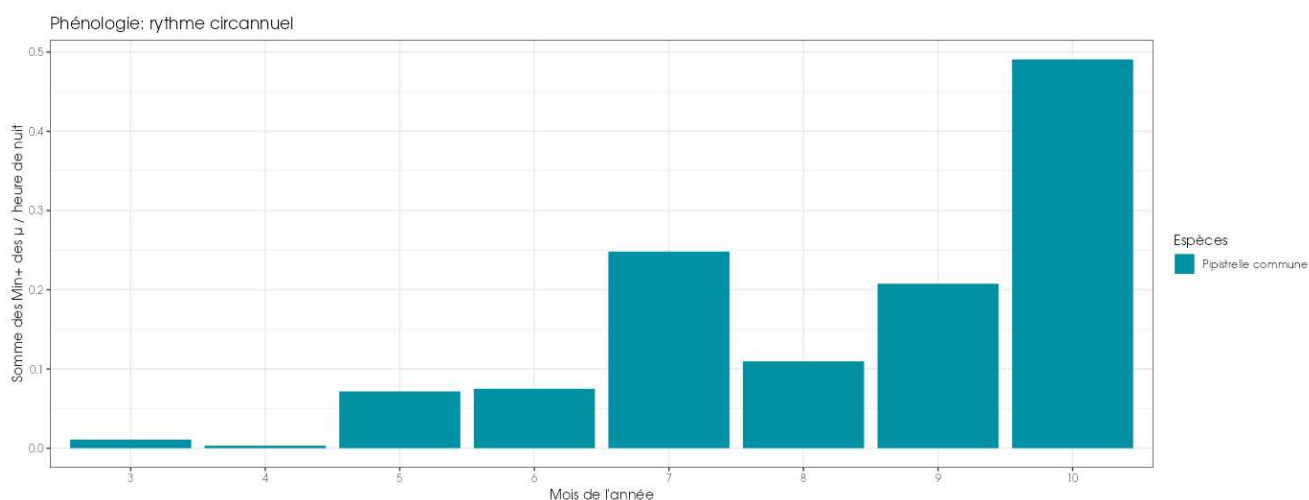


Figure 21 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne E05 de mars à novembre 2024

2.3.4.2.2. Groupe *Pipistrelle de Kuhl* / *Pipistrelle de Nathusius*

Eolienne E01

Pour rappel, le groupe *Pipistrelle de Kuhl* / *Nathusius* représente 7,2% du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de faible à très forte entre le printemps et l'automne.

L'activité de ce groupe est faible entre mars et mai (non contactée en mai) puis augmente en juin pour atteindre son pic en juillet. On observe ensuite une légère baisse en août. L'activité au mois de septembre est à nouveau en hausse avant de diminuer jusqu'en novembre.

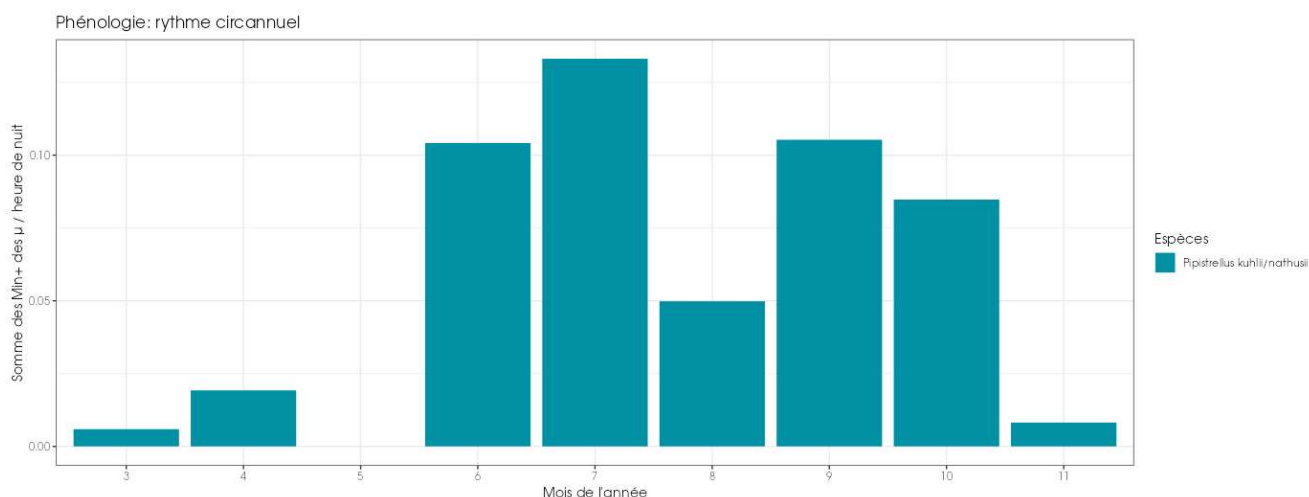


Figure 22 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe *Pipistrelle de Kuhl* / *Nathusius*, en altitude sur l'éolienne E01 de mars à novembre 2024

Eolienne E05

Pour rappel, le groupe *Pipistrelle de Kuhl* / *Nathusius* représente 7,5% du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de faible à très forte entre le printemps et l'automne.

L'activité de ce groupe est faible de mars à mai puis augmente en juin et juillet. On observe ensuite une légère baisse en août puis à nouveau une hausse en septembre pour atteindre le pic d'activité en octobre.

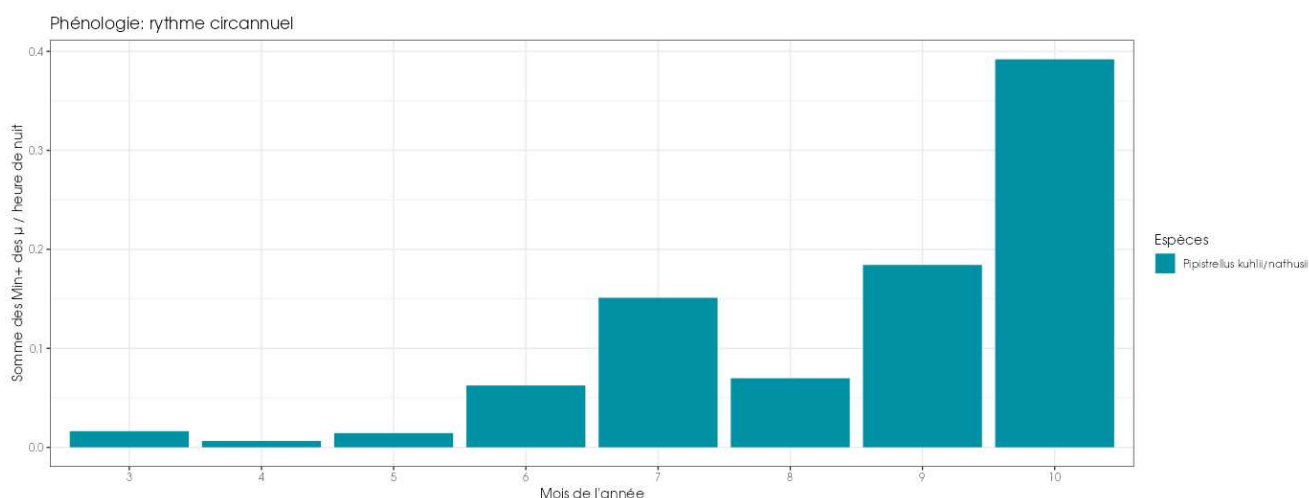


Figure 23 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe *Pipistrelle de Kuhl* / *Nathusius*, en altitude sur l'éolienne E05 de mars à novembre 2024

2.3.4.2.3. Groupe Sérotine commune / Noctule de Leisler / Noctule commune

Eolienne E01

Pour rappel, le groupe Sérotine/Noctule représente 74,3% du total des minutes positives obtenues avec une augmentation de l'activité entre le printemps et l'automne.

L'activité du groupe Sérotine/Noctule est faible de mars à juin puis augmente en juillet pour atteindre son pic d'activité en août. On observe ensuite une baisse progressive de septembre jusqu'à novembre.

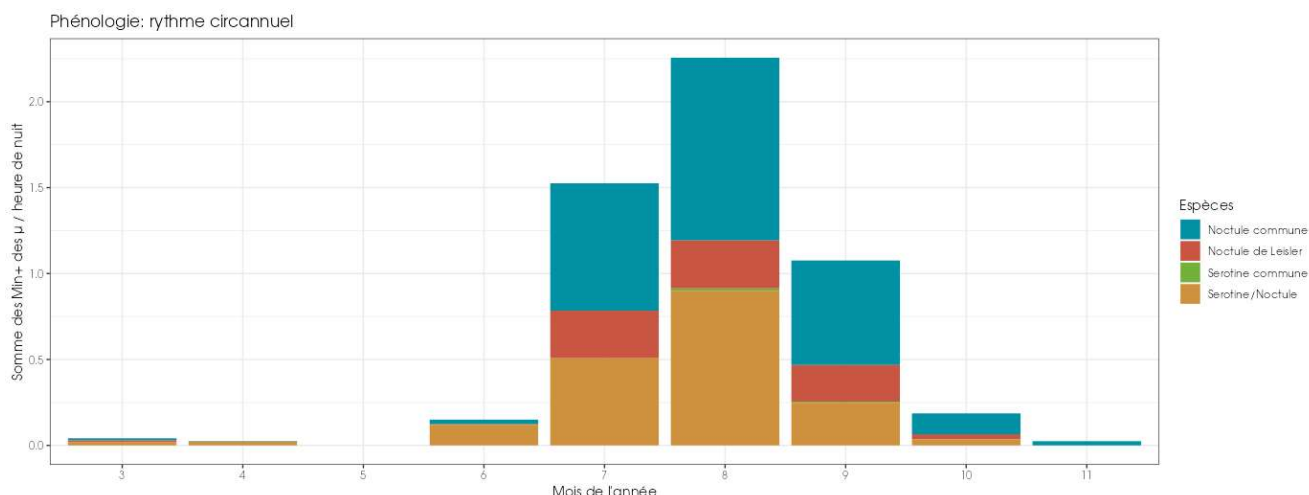


Figure 24 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe Sérotine/Noctule, en altitude sur l'éolienne E01 de mars à novembre 2024

Eolienne E05

Pour rappel, le groupe Sérotine/Noctule représente 82,4% du total des minutes positives obtenues avec une augmentation de l'activité entre le printemps et l'automne.

L'activité du groupe Sérotine/Noctule augmente progressivement de mars à juillet pour atteindre un pic d'activité en août. On observe ensuite une diminution de l'activité de septembre à octobre.

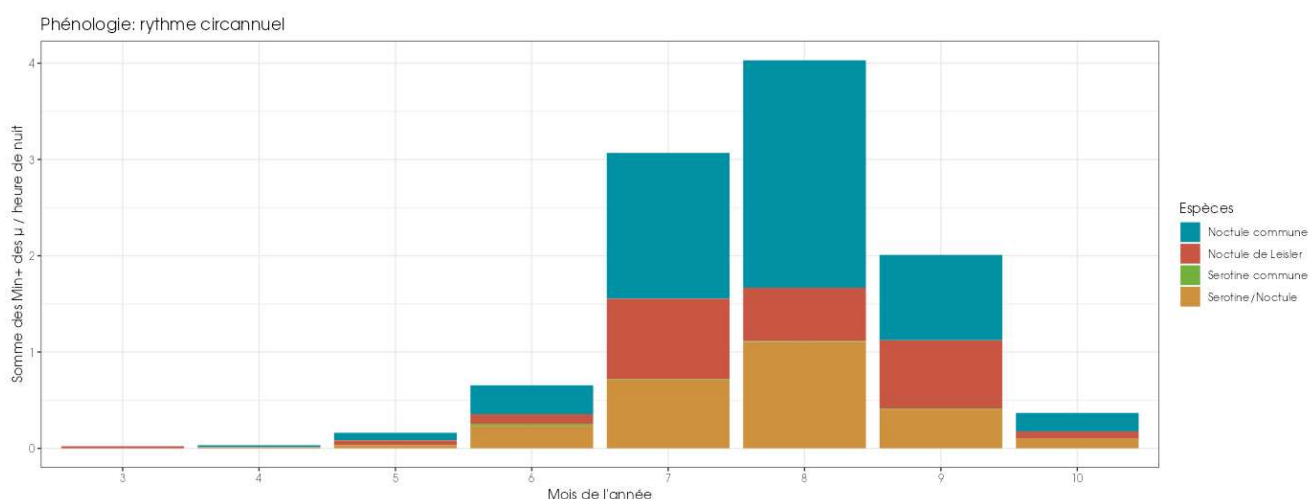


Figure 25 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe Sérotines/Noctule, en altitude sur l'éolienne E05 de mars à novembre 2024

2.3.4.2.4. Autres espèces (peu sensibles à la collision)

Eolienne E01

Pour rappel, le Barbastelle d'Europe représente moins de 0,1% du total des minutes positives et fu contactée uniquement en août. La présence de l'espèce semble occasionnelle et l'unique contact ne permet pas une analyse mensuelle de son activité.

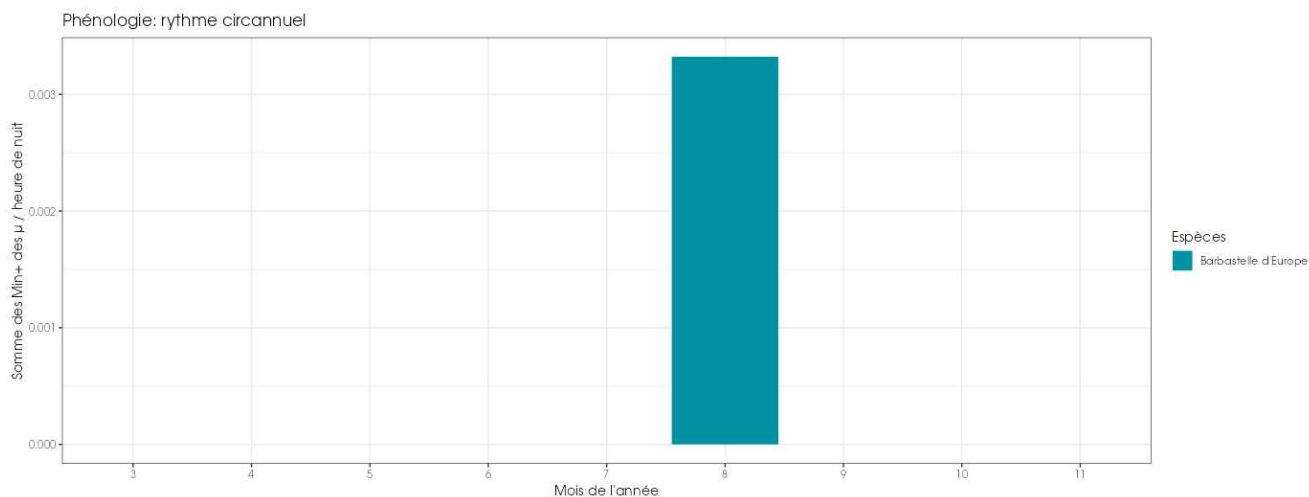


Figure 26 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Barbastelle d'Europe, en altitude sur l'éolienne E01 de mars à novembre 2024

Eolienne E05

Pour rappel, le Grand Murin représente moins de 0,1% du total des minutes positives et fu contactée uniquement entre juin et août. La présence de l'espèce semble occasionnelle et le peu de contact ne permet pas une analyse mensuelle de son activité.

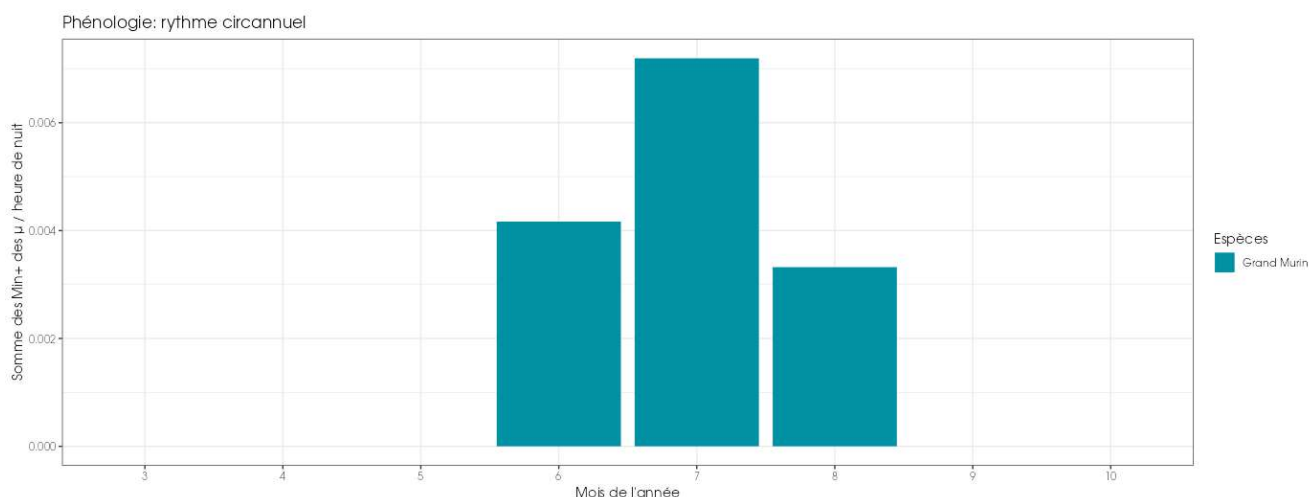


Figure 27 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le Grand Murin, en altitude sur l'éolienne E05 de mars à novembre 2024

2.3.4.2.5. Bilan général

Pour l'éolienne E01 comme pour l'éolienne E05, on observe une variation de l'activité chiroptérologique globalement identique avec un pic d'activité en août.

La répartition mensuelle des contacts par espèces peut en revanche varier entre les deux éoliennes. En effet, au niveau de l'éolienne E01 l'activité de la Pipistrelle commune est plus importante en période estivale avec un deuxième pic d'activité en

septembre tandis que celle-ci est principalement présente en octobre sur l'éolienne E05. La même observation peut être faite pour le groupe Pipistrelle de Kuhl / Nathusius.

A l'inverse, d'autres espèces ont une phénologie mensuelle semblable au niveau des deux éoliennes. Cela concerne les espèces appartenant au groupe Sérotine / Noctule.

2.3.4.3 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.

2.3.4.3.1. Eolienne E01

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

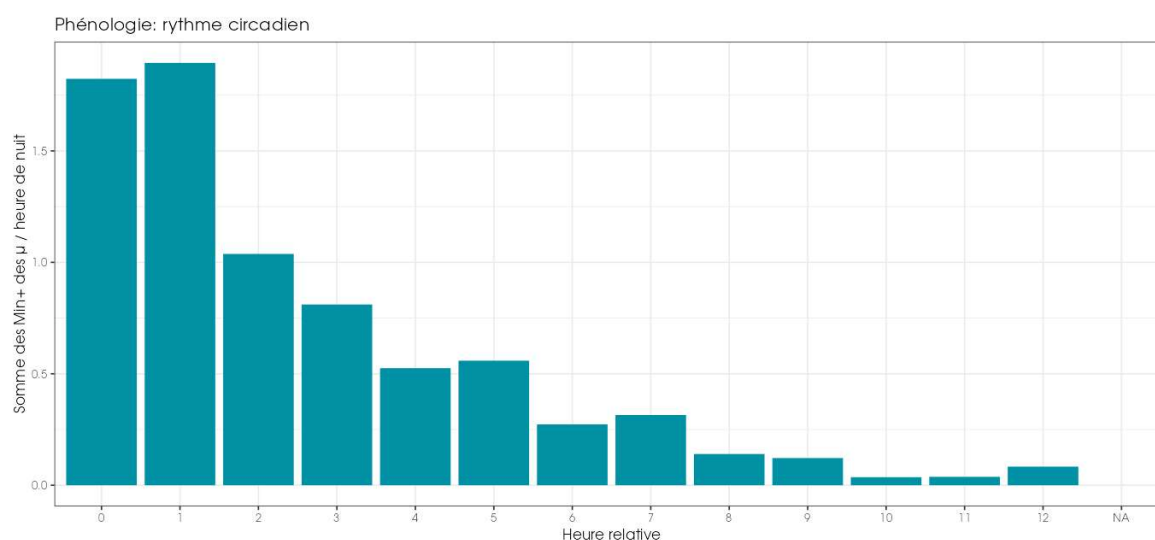


Figure 28 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (75 m), toutes espèces confondues, de mars à novembre 2024 sur l'éolienne E01

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

On peut voir que quelque soit le mois, on observe un pic d'activité durant les deux premières heures de la nuit. L'activité diminue ensuite.

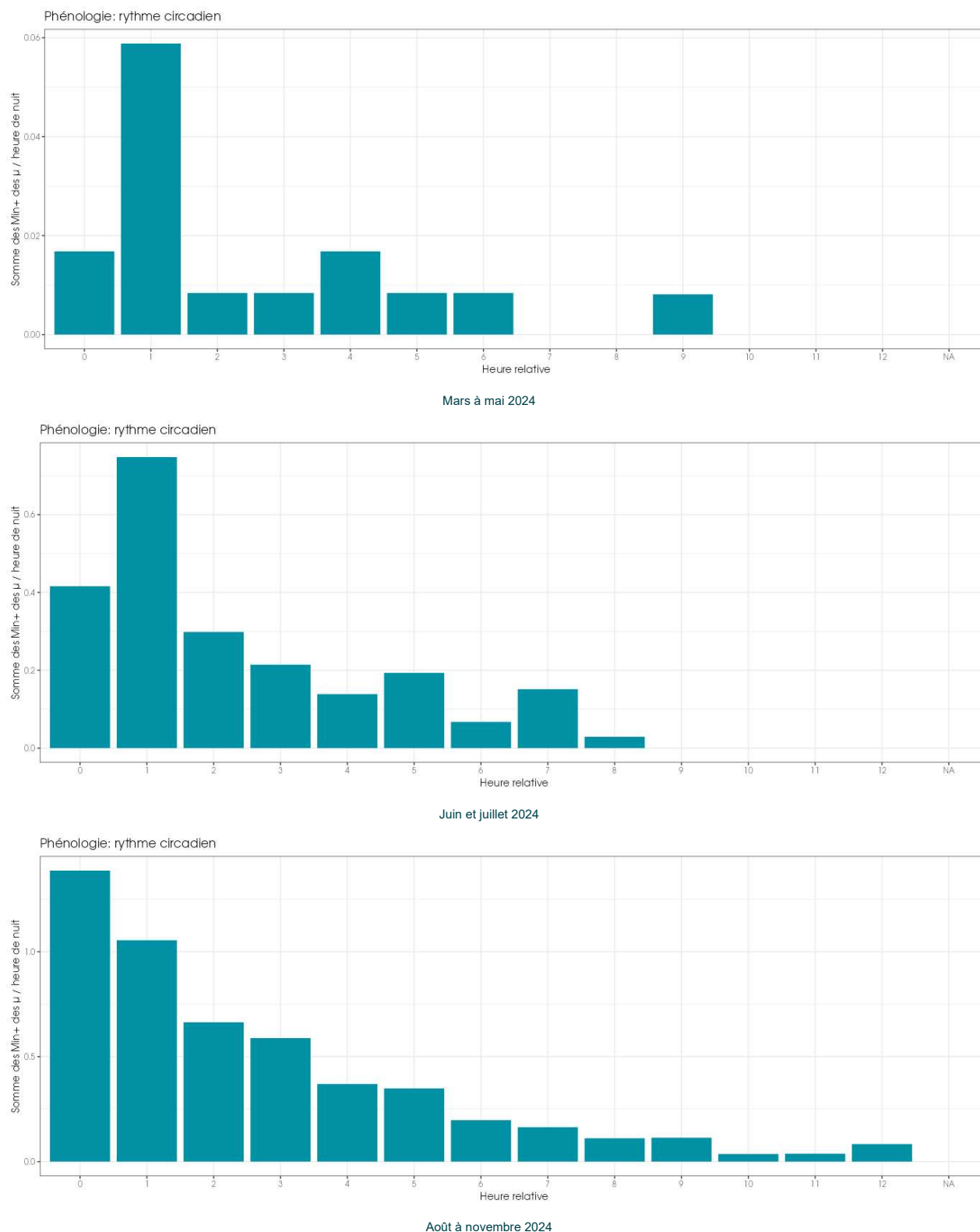


Figure 29 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, en altitude (75 m) et toutes espèces confondues, sur l'éolienne E01

Le graphique suivant (actogramme) présente le détail de l'activité toutes espèces confondues au niveau de l'éolienne E01. La zone en violet correspond à la nuit.

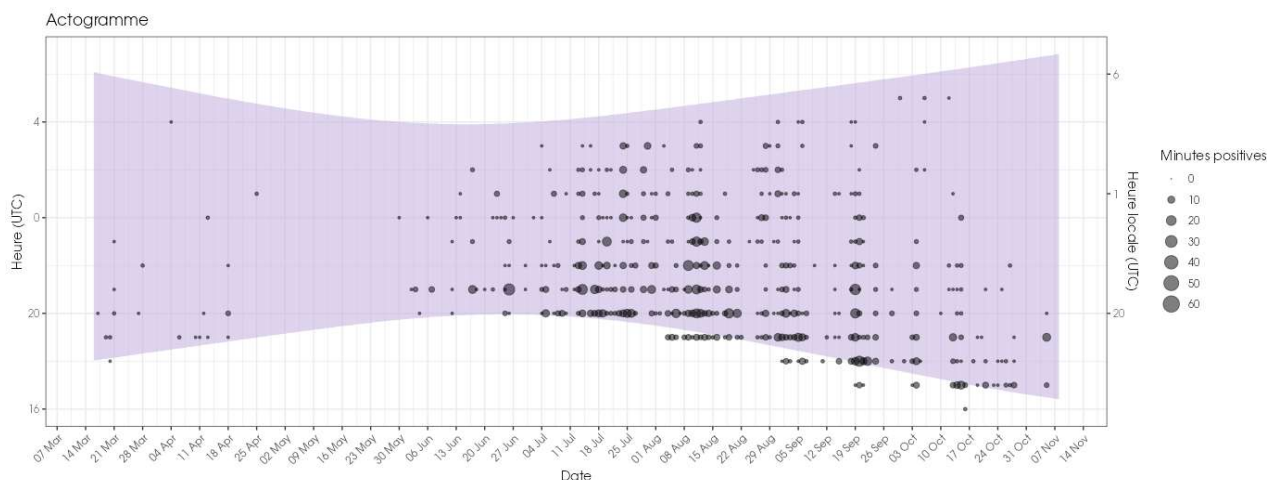


Figure 30 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (75 m), sur l'éolienne E01

Cette représentation graphique montre bien que l'activité chiroptérologique est plus intensément marquée au début de la nuit. Néanmoins, elle ne disparaît pas totalement au cours de la nuit, les chauves-souris restent actives tout au long de la nuit. Notons néanmoins que d'une année à l'autre, différents facteurs peuvent influencer l'activité des chauves-souris. Il peut donc y avoir des variations interannuelles de l'activité des chauves-souris.

2.3.4.3.2. Eolienne E05

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

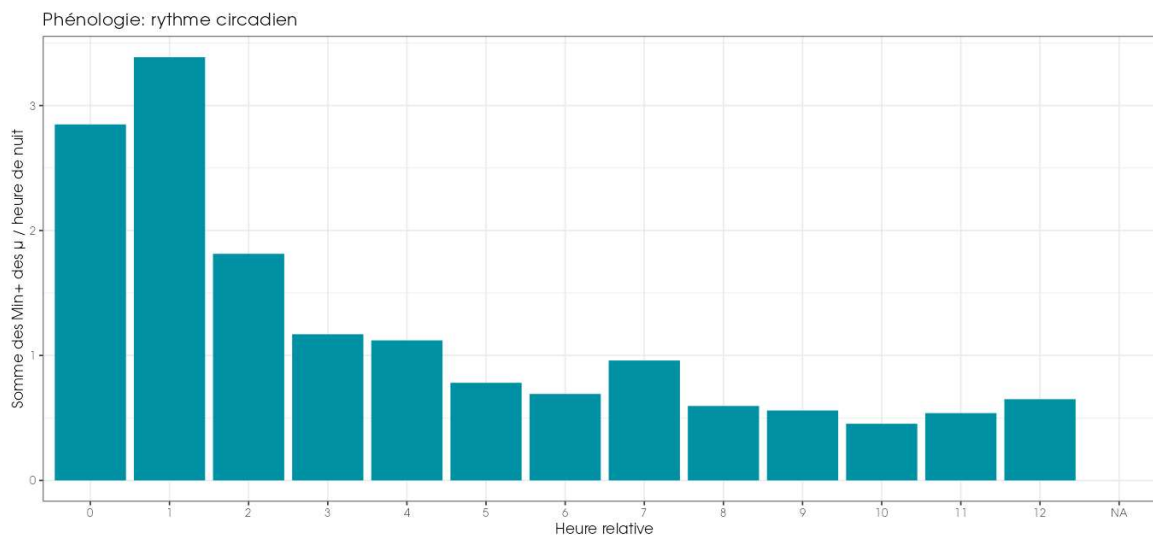


Figure 31 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (75 m), toutes espèces confondues, de mars à novembre 2024, sur l'éolienne E05

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

On peut voir que quelques soit le mois, on observe un pic d'activité durant les deux premières heures de la nuit. L'activité diminue ensuite. En période estivale, on observe également un second pic d'activité à la huitième heure de la nuit. En période automnale, l'activité augmente à nouveau en fin de nuit, à partir de la neuvième heure.

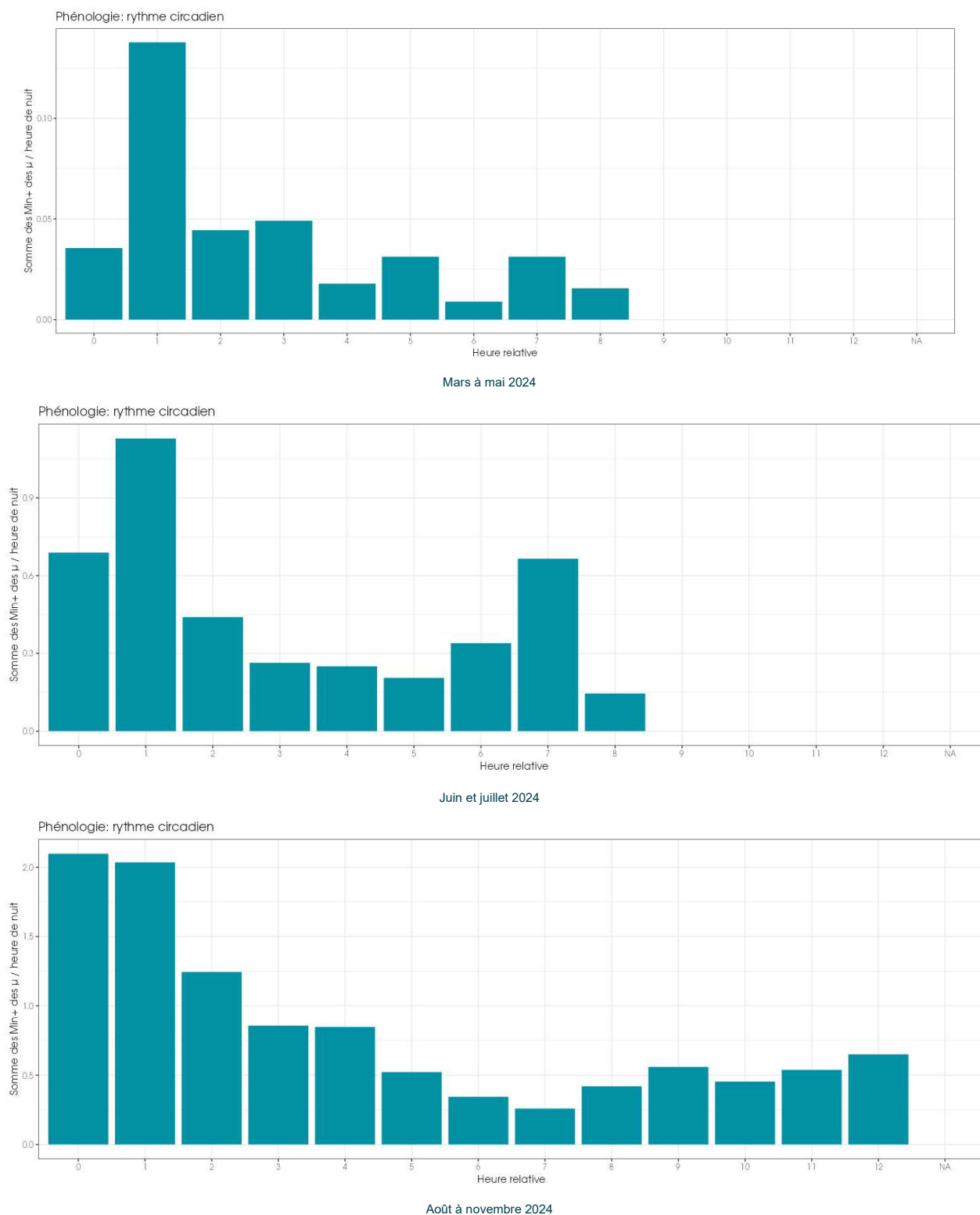


Figure 32 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, en altitude (75 m) et toutes espèces confondues, sur l'éolienne E05

Le graphique suivant (actogramme) présente le détail de l'activité toutes espèces confondues au niveau de l'éolienne E05. La zone en violet correspond à la nuit.

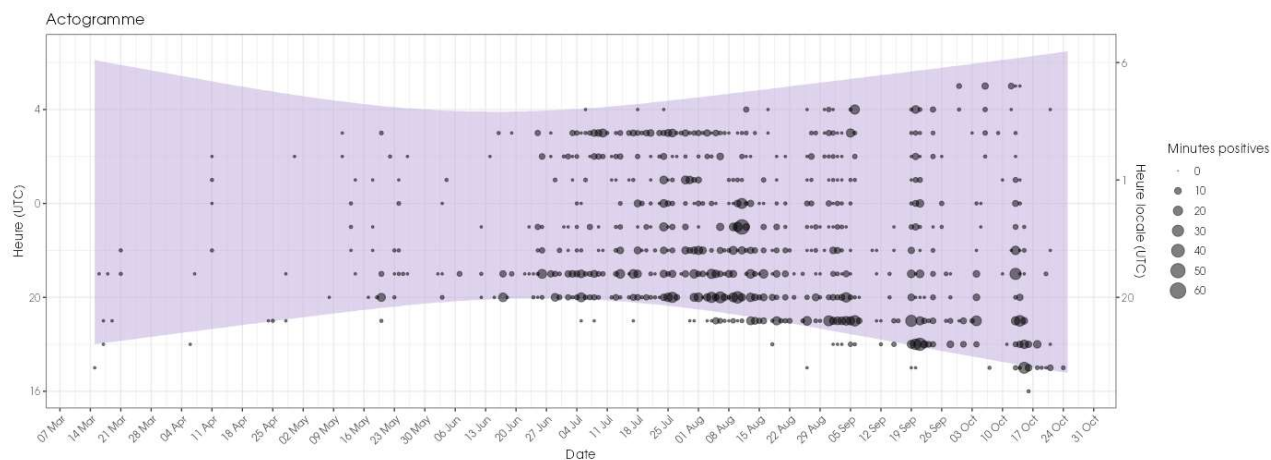


Figure 33 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (75 m), sur l'éolienne E05

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 par ailleurs une activité importante en fin de nuit entre début juillet et début août.

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.

2.3.4.3.3. Général

La répartition globale des contacts au cours de la nuit pour l'ensemble de la période d'enregistrement est globalement identique au niveau des deux éoliennes. On observe ainsi une activité répartie principalement sur les deux premières heures de la nuit, puis une diminution progressive jusqu'au lever du soleil.

Au printemps, la phénologie des contacts est sensiblement identique pour les deux éoliennes. En revanche, on note une hausse de l'activité au cours des deux dernières heures de la nuit en été et en automne pour l'éolienne E05, ce qui n'est pas le cas pour l'éolienne E01.

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

Les chapitres suivants présentent les analyses des activités notées à hauteur de nacelle (75 m) en fonction de différents paramètres météorologiques : vitesse du vent et température. Les deux éoliennes équipées en 2024 sont traitées séparément.

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).

2.3.5.1 Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 75 m

2.3.5.1.1. Eolienne E01

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mars à novembre 2024, les instruments de mesure installés sur l'éolienne E01 du parc de Les Penages ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de vitesse de vent allant de 0,03 à 30,3 m/s.

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues (= **conditions utilisées**), en fonction de la vitesse du vent enregistrée sur l'éolienne E01 (= **conditions disponibles**) obtenue à hauteur de nacelle 75 m) et durant les 248 nuits de l'étude (dont 131 nuits exploitables).

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.

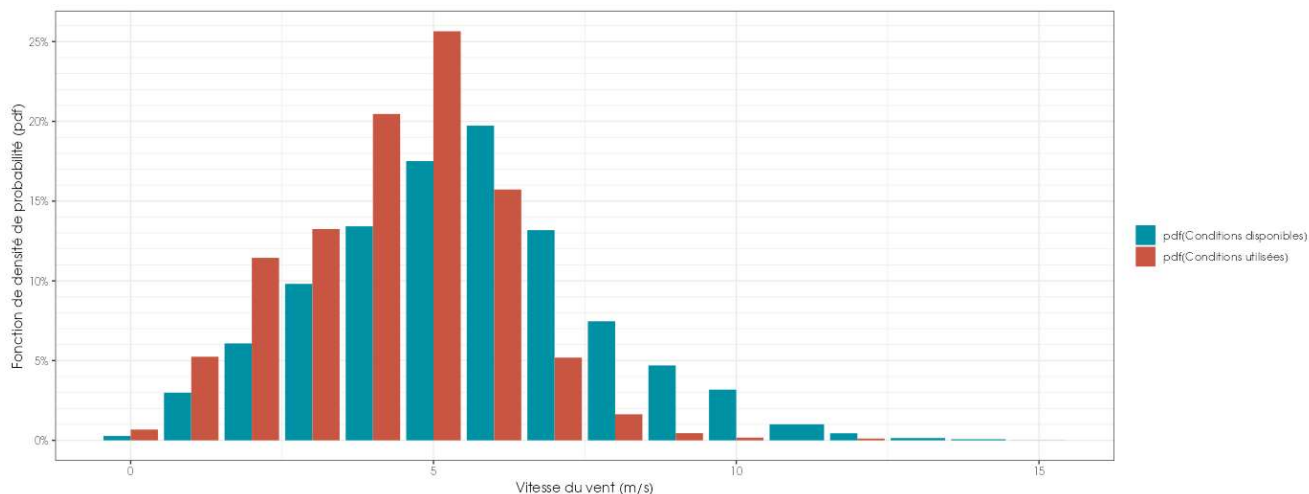


Figure 34 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Les Penages

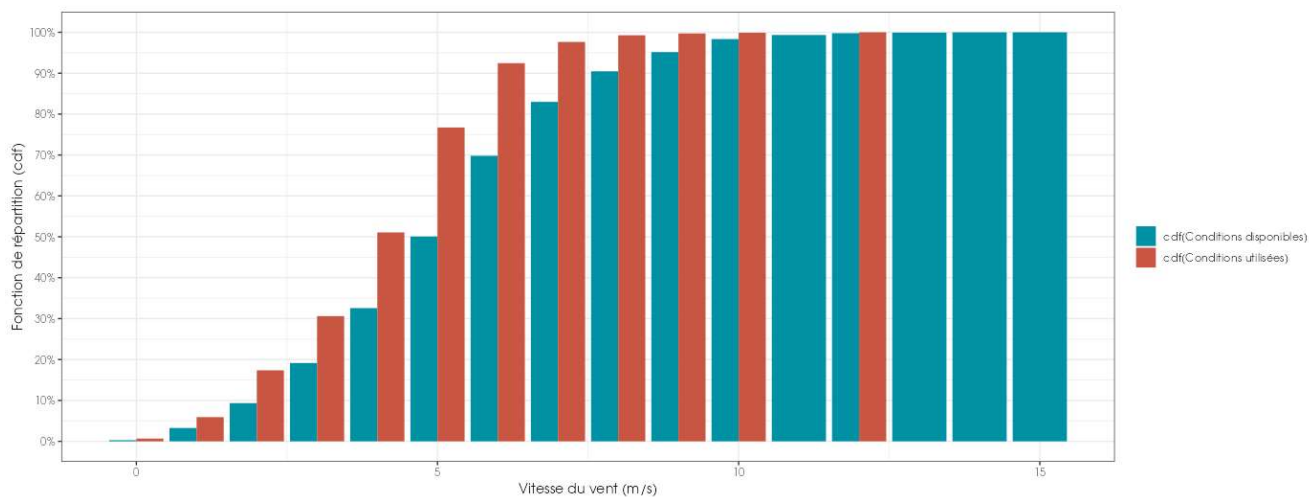


Figure 35 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Les Penages

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 75 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la vitesse du vent diminue de façon significative sur le site à partir de 6 m/s ;
- Toutes espèces confondues et à une altitude de 75 m, plus de 90% de l'activité des chiroptères est comprise à des vitesses de vent inférieures à 7 m/s ;
- Les chauves-souris utilisent les conditions disponibles jusqu'à 13 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 37 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (75 m) sur l'éolienne E01 en fonction de la vitesse du vent

Contacts en altitude	Vitesse de vent (en m/s à 75 m) en-dessous de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus, et nombre de minutes positives correspondant					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	4,5 m/s 1 083 min. pos.	5,5 m/s 1 625 min. pos.	5,9 m/s 1 841 min. pos.	6,3 m/s 1 950 min. pos.	7 m/s 2 058 min. pos.	8,2 m/s 2 145 min. pos.
Période printanière (mars à mai)	2,9 m/s 16 min. pos.	4,3 m/s 23,5 min. pos.	5,4 m/s 26,5 min. pos.	6,8 m/s 28 min. pos.	7,3 m/s 29,5 min. pos.	11,9 m/s 31 min. pos.
Période estivale (juin et juillet)	3,7 m/s 334 min. pos.	4,9 m/s 501 min. pos.	5,5 m/s 568 min. pos.	5,8 m/s 602 min. pos.	6,2 m/s 635 min. pos.	7 m/s 662 min. pos.
Période automnale (août à novembre)	4,8 m/s 734 min. pos.	5,6 m/s 1 101 min. pos.	6 m/s 1 247 min. pos.	6,5 m/s 1 321 min. pos.	7,2 m/s 1 394 min. pos.	8,4 m/s 1 453 min. pos.

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

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

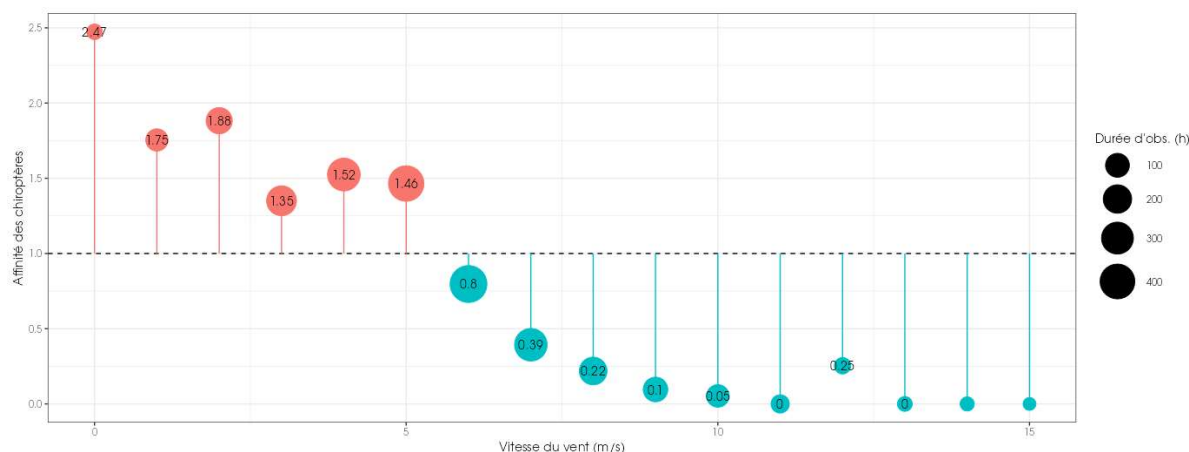


Figure 36 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Les Penages

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée toutes espèces confondues en fonction de la vitesse du vent (mesurée à 75 m), permet de ressortir les principales informations suivantes :

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

2.3.5.1.2. Eolienne E05

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mars à novembre 2024, les instruments de mesure installés sur l'éolienne E05 du parc de Les Penages ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de vitesse de vent allant de 0,07 à 27,9 m/s.

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues (= **conditions utilisées**), en fonction de la vitesse du vent enregistré sur l'éolienne E01 (= **conditions disponibles**) obtenue à hauteur de nacelle 75 m) et durant les 248 nuits de l'étude (dont 148 nuits exploitables).

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.

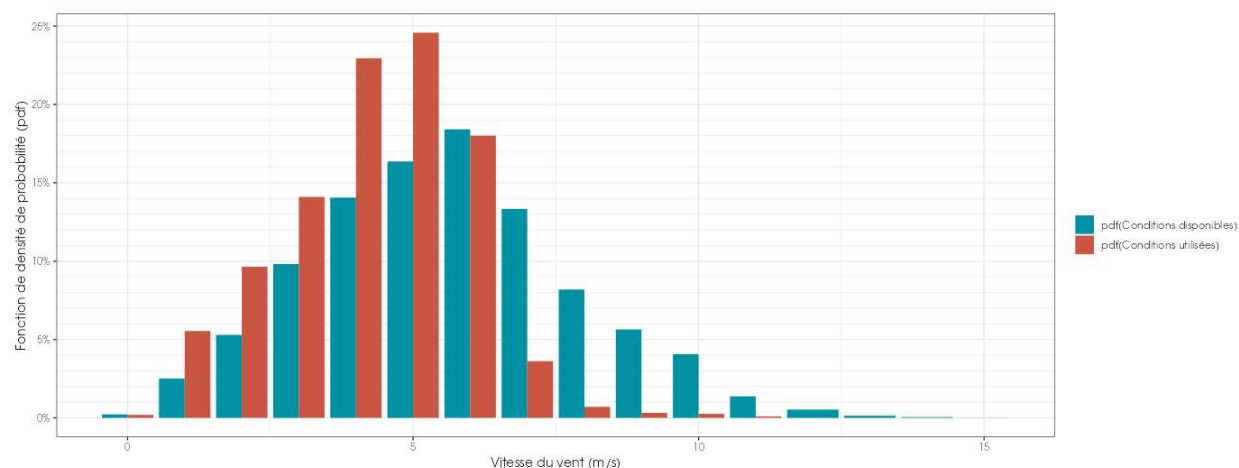


Figure 37 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Les Penages

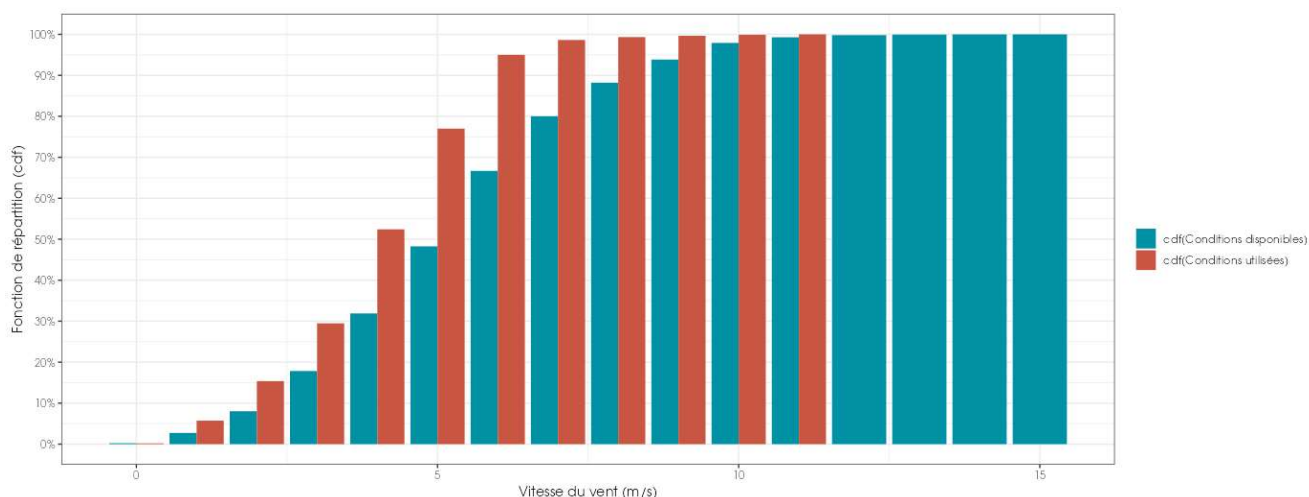


Figure 38 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Les Penages

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 75 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la vitesse du vent diminue de façon significative sur le site à partir de 6 m/s ;
- Toutes espèces confondues et à une altitude de 75 m, plus de 90% de l'activité des chiroptères est comprise à des vitesses de vent inférieures à 7 m/s ;
- Les chauves-souris utilisent les conditions disponibles jusqu'à 12 m/s.

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

Tableau 38 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (75 m) sur l'éolienne E05 en fonction de la vitesse du vent

Contacts en altitude	Vitesse de vent (en m/s à 75 m) en-dessous de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus, et nombre de minutes positives correspondant					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	4,4 m/s 1 878 min. pos.	5,4 m/s 2 817 min. pos.	5,8 m/s 3 192 min. pos.	6 m/s 3 380 min. pos.	6,5 m/s 3 568 min. pos.	7,8 m/s 3 718 min. pos.
Période printanière (mars à mai)	2 m/s 46 min. pos.	3,1 m/s 69 min. pos.	3,9 m/s 79 min. pos.	4,8 m/s 83 min. pos.	6 m/s 88 min. pos.	8,9 m/s 91,5 min. pos.
Période estivale (juin et juillet)	3,9 m/s 581 min. pos.	5 m/s 872 min. pos.	5,4 m/s 988 min. pos.	5,9 m/s 1 052 min. pos.	6,5 m/s 1 104 min. pos.	7,4 m/s 1 151 min. pos.
Période automnale (août à novembre)	4,6 m/s 1 251 min. pos.	5,6 m/s 1 876 min. pos.	5,9 m/s 2 126 min. pos.	6,1 m/s 2 251 min. pos.	6,5 m/s 2 376 min. pos.	7,9 m/s 2 476 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 ou égales à 6 m/s.

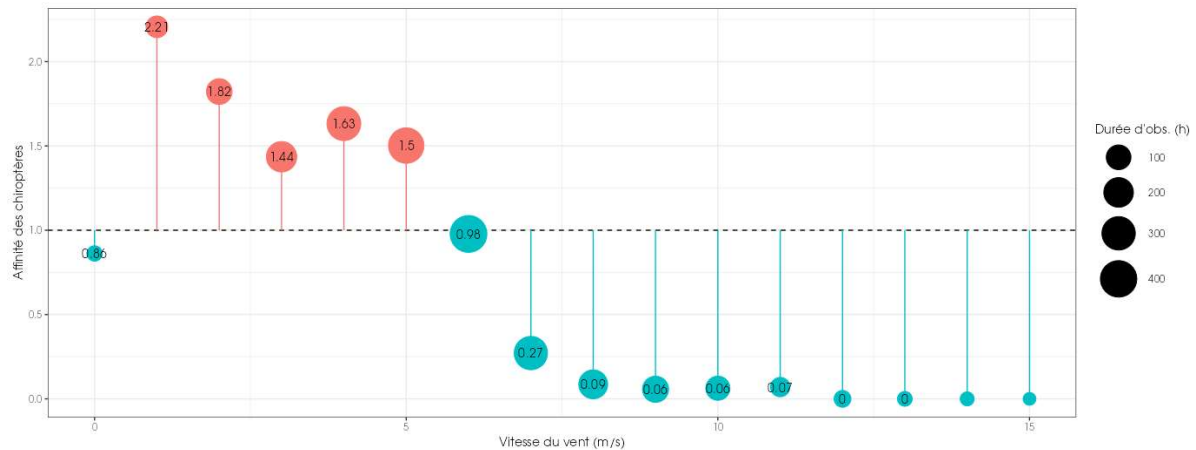


Figure 39 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Les Penages

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour toutes espèces confondues en fonction de la vitesse du vent (mesurée à 75 m), permet de ressortir les principales informations suivantes :

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

2.3.5.2 Activité en fonction de la température (°C) mesurée à 75 m

2.3.5.2.1. Eolienne E01

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mars à novembre 2024, les instruments de mesure installés sur la nacelle de l'éolienne E01 ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages de températures allant de 2,9 à 37,6°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 (75 m) et durant les 248 nuits de l'étude (dont 131 nuits exploitables).

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.

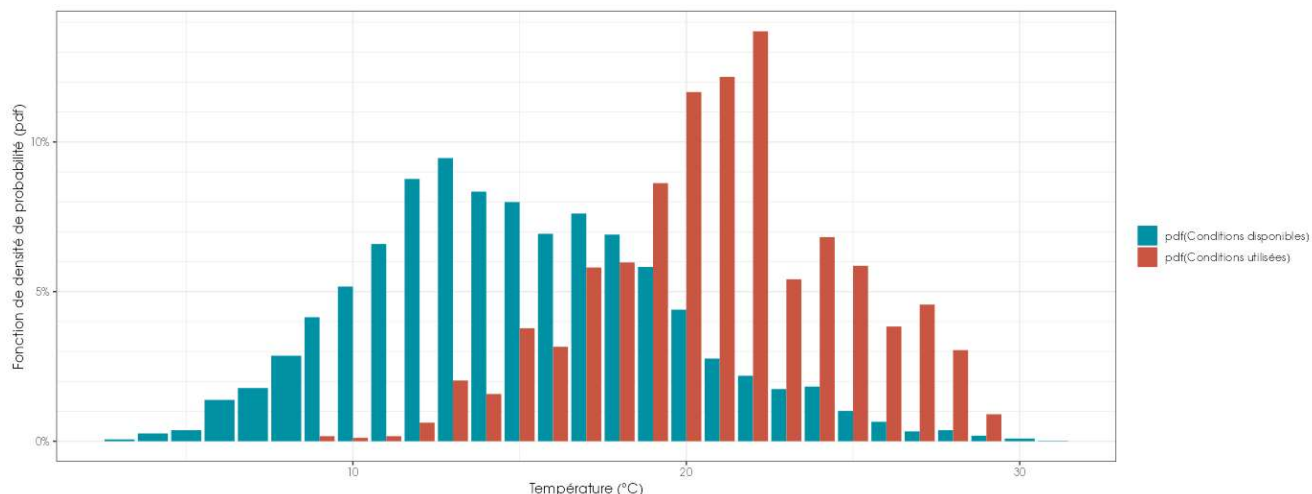


Figure 40 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Les Penages

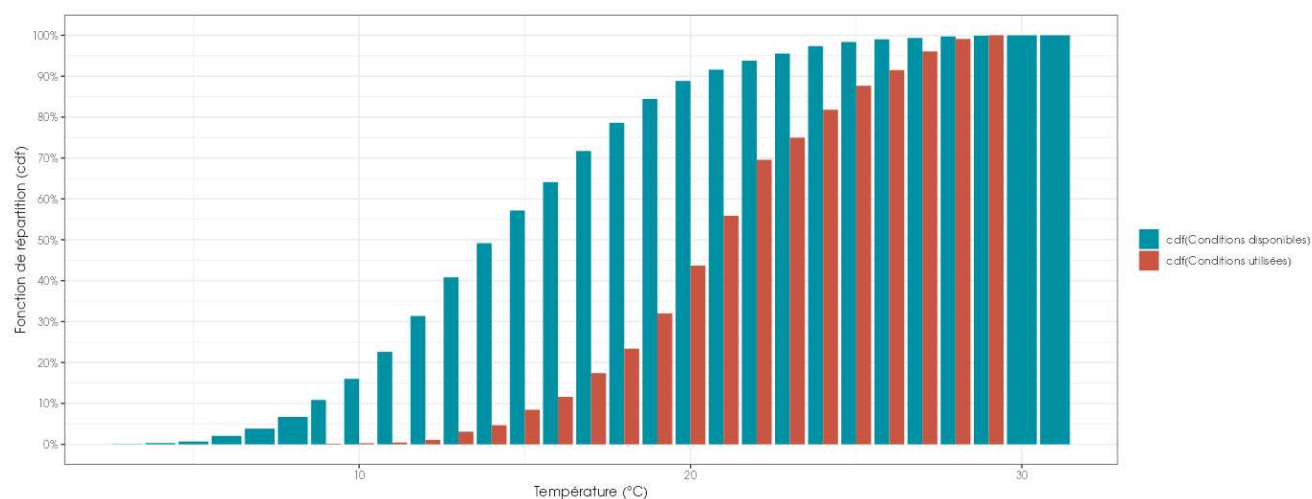


Figure 41 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Les Penages

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 75 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la température est plus importante pour des tranches égales ou supérieures à 19°C ;
- Les chauves-souris utilisent globalement les conditions disponibles au-dessus 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 39 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane en fonction de la température pour l'éolienne E01

Contacts au-dessus de la médiane	Température (en °C à 75 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	21,1°C 1 083 min pos	19°C 1 625 min pos	17,3°C 1 841 min pos	16,5°C 1 950 min pos	14,8°C 2 058 min pos	12,6°C 2 145 min pos
Période printanière (mars à mai)	16,5°C 15,5 min pos	11,8°C 23,5 min pos	10,7°C 26,5 min pos	10,3°C 28 min pos	9°C 29,5 min pos	8,8°C 31 min pos
Période estivale (juin et juillet)	22°C 334 min pos	19,8°C 501 min pos	19,3°C 568 min pos	19°C 602 min pos	17,9°C 635 min pos	14,3°C 662 min pos
Période automnale (août à novembre)	20,8°C 734 min pos	18,4°C 1 101 min pos	17°C 1 247 min pos	15,8°C 1 321 min pos	14,6°C 1 394 min pos	12,6°C 1 453 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 18°C.

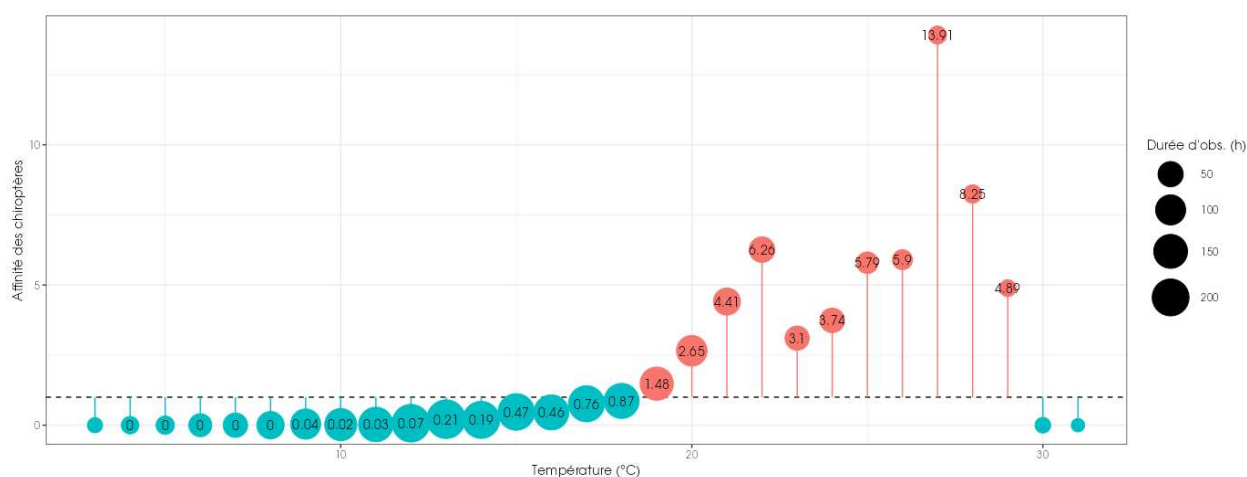


Figure 42 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (75 m), au niveau de l'éolienne E01

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée toutes espèces confondues en fonction de la température (mesurée à 75 m), permet de tirer les informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été enregistrée à des températures supérieures à 16,5°C ;
- 75% de l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 19°C ;
- 50% l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 21,1°C.

2.3.5.2.2. Eolienne E05

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mars à novembre 2024, les instruments de mesure installés sur la nacelle de l'éolienne E01 ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages de températures allant de 3,2 à 38,2°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 (75 m) et durant les 248 nuits de l'étude (dont 148 nuits exploitables).

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.

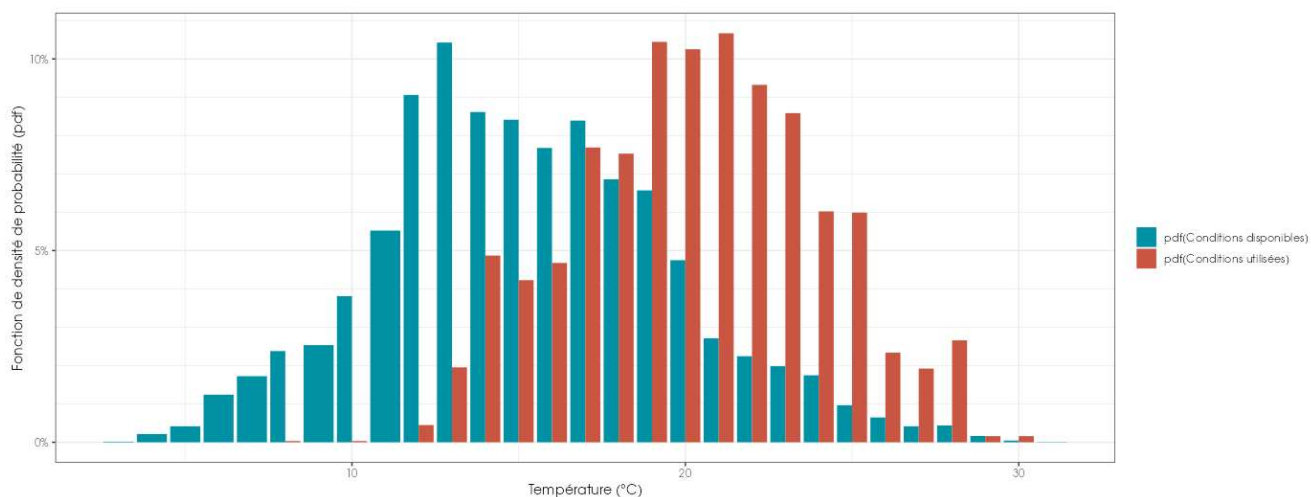


Figure 43 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Les Penages

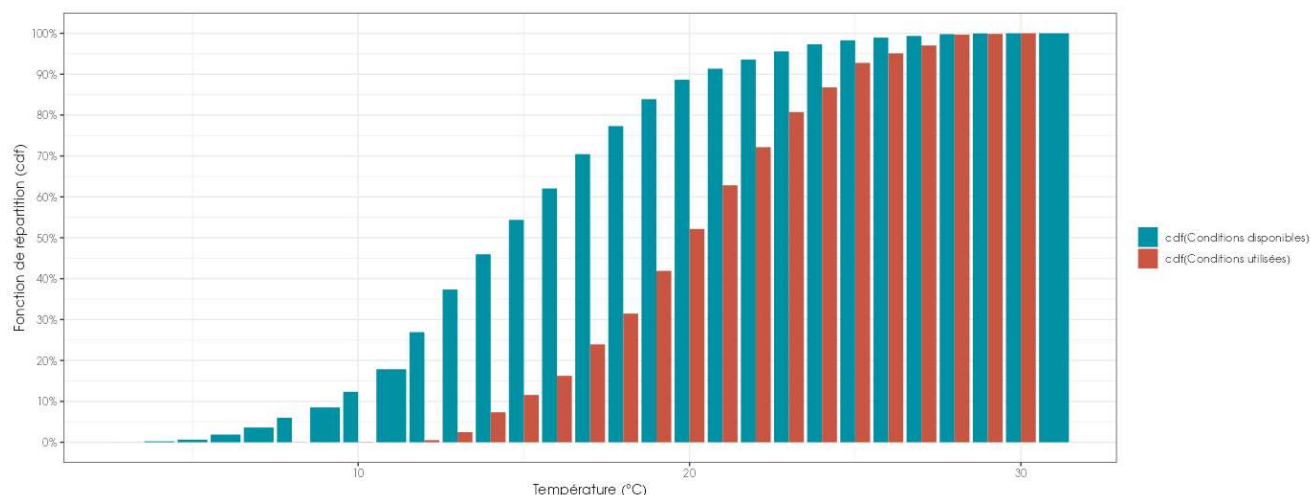


Figure 44 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Les Penages

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 75 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la température est plus importante pour des tranches égales ou supérieures à 18°C ;
- Les chauves-souris utilisent globalement les conditions disponibles au-dessus de 11°C.

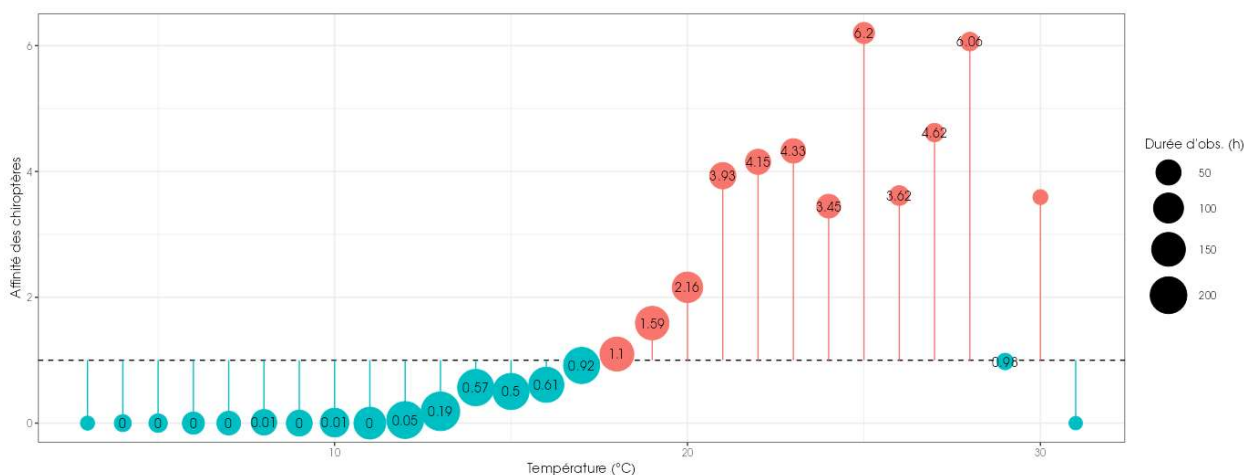
Le tableau suivant liste les températures au-dessus desquelles des proportions ciblées des contacts (toutes espèces confondues) ont été obtenues, pour l'ensemble des données en altitude.

Tableau 40 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane en fonction de la température pour l'éolienne E05

Contacts au-dessus de la médiane	Température (en °C à 75 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	20,5°C 18 78 min pos	17,8°C 2 817 min pos	16,5°C 3 192 min pos	15,4°C 3 380 min pos	14,1°C 3 568 min pos	12,8°C 3 718 min pos
Période printanière (mars à mai)	16°C 46 min pos	14,4°C 69 min pos	13,5°C 79 min pos	12,8°C 83 min pos	12,6°C 88 min pos	10,3°C 92 min pos
Période estivale (juin et juillet)	20,8°C 581 min pos	18,8°C 872 min pos	17,5°C 988 min pos	16,7°C 1 052 min pos	16,2°C 1 104 min pos	14,3°C 1 151 min pos
Période automnale (août à novembre)	20,5°C 1 251 min pos	17,6°C 1 876 min pos	16,3°C 2 126 min pos	14,9°C 2 251 min pos	13,9°C 2 376 min pos	12,8°C 2 476 min pos

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

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

**Figure 45 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (75 m), au niveau de l'éolienne E05**

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée toutes espèces confondues en fonction de la température (mesurée à 75 m), permet de tirer les informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été enregistrée à des températures supérieures à 15,4°C ;
- 75% de l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 17,8°C ;
- 50% l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 20,5°C.

2.3.5.3 Combinaison des facteurs température et vitesse de vent

2.3.5.3.1. Eolienne E01

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.

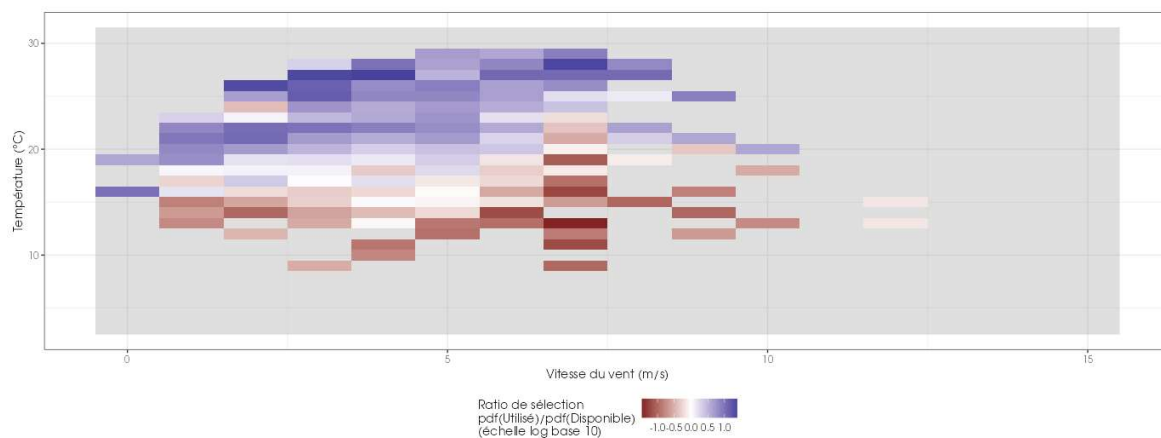


Figure 46 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 75 m pour l'éolienne E01. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris

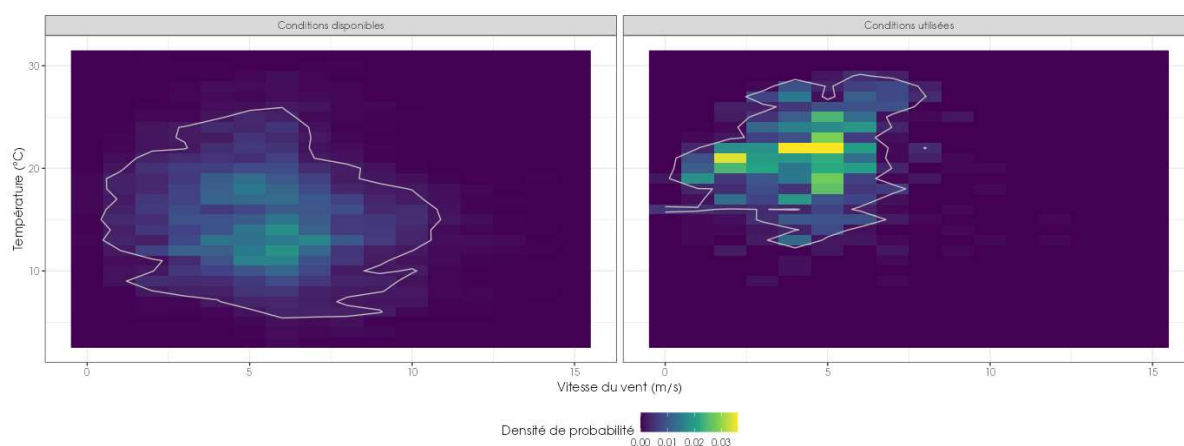


Figure 47 : Météorologie enregistrée sur les capteurs, à gauche - Conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris, à droite. L'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions (éolienne E01)

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le parc de Les Penages et de l'activité des chiroptères enregistrée, il ressort que l'utilisation du site, au niveau de l'éolienne E01, par les chauves-souris est majoritaire dans une gamme de températures comprises entre 16 et 29°C et de vitesses de vent comprises entre 0 et 9 m/s.

Il convient de noter que pour des conditions de vent de 7 à 10 m/s, les chauves-souris sélectionnent des températures enregistrées plus importantes, au-dessus de 20°C. Elles sélectionnent plus facilement des températures plus faibles lorsque les vitesses de vent sont plus faibles.

2.3.5.3.2. Eolienne E05

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.

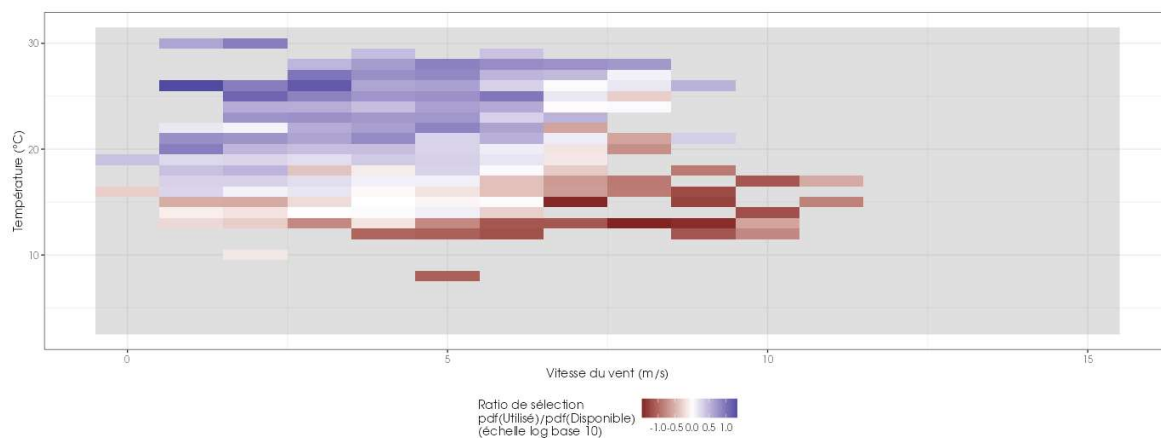


Figure 48 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 75 m pour l'éolienne E05. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris

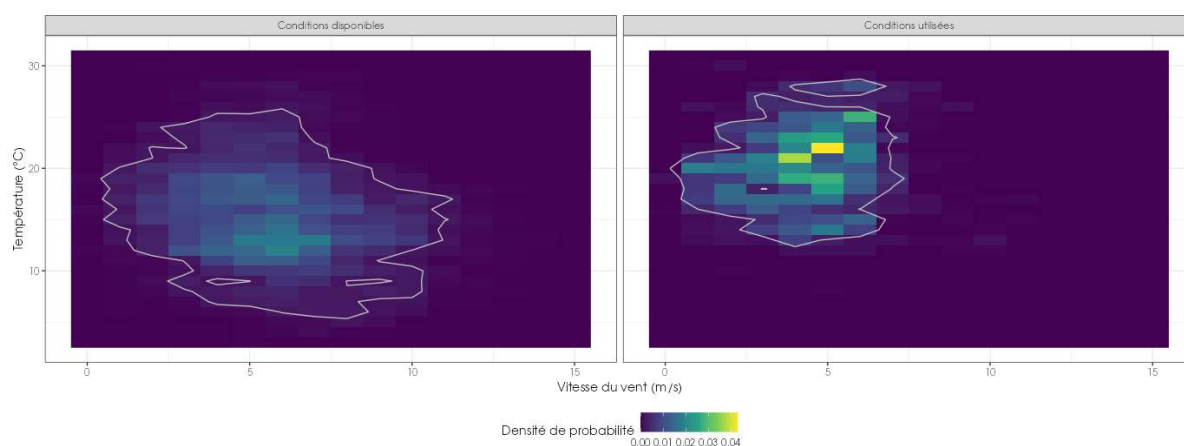


Figure 49 : Météorologie enregistrée sur les capteurs, à gauche - Conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris, à droite. L'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions (éolienne E05)

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le parc de Les Penages et de l'activité des chiroptères enregistrée, il ressort que l'utilisation du site, au niveau de l'éolienne E01, par les chauves-souris est majoritaire dans une gamme de températures comprises entre 16 et 30°C et de vitesses de vent comprises entre 0 et 8 m/s.

Il convient de noter que pour des conditions de vent de 8 m/s, les chauves-souris sélectionnent des températures enregistrées plus importantes, au-dessus de 25°C. Elles sélectionnent plus facilement des températures plus faibles lorsque les vitesses de vent sont plus faibles.

2.3.6 Synthèse de l'activité des chiroptères en hauteur

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

Un dispositif d'enregistrement automatique (SM4BAT) équipé d'un micro a été placé à 75 m au sein de la nacelle des éoliennes E01 et E05 du parc éolien de Les Penages dans le département du Loir-et-Cher (41), en 2024. Il a permis

d'enregistrer l'activité des chauves-souris entre le 6 mars et le 9 novembre 2024, soit durant 248 nuits. 131 nuits furent exploitables pour l'éolienne E01 contre 148 pour l'éolienne E05.

2.3.6.1.1. Eolienne E01

Les enregistrements indiquent la présence de cinq espèces, une paire d'espèces et un groupe d'espèces en altitude sur l'année 2024. Cela représente 32 % 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 commune domine le peuplement chiroptérologique** avec 37 % des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Son activité est faible au printemps et très forte en été et à l'automne.
- **La Pipistrelle commune est la seconde espèce la plus présente** avec 18 % des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Elle est très peu présente au printemps mais devient très abondante à partir du mois d'août.
- **La Noctule de Leisler est également bien représentée** avec 11 % du total des minutes positives obtenues en altitude. Elle est très peu présente au printemps (activité très faible) mais devient très abondante en été et en automne (activité forte puis très forte).

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

L'activité en altitude est quasiment exclusivement concentrée en début de nuit puis diminue ensuite progressivement.

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

- 90 % de l'activité totale a été enregistrée à des vitesses de vent inférieures à 6,3 m/s ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistrée à des températures supérieures à 16,5 °C.

2.3.6.1.2. Eolienne E05

Les enregistrements indiquent la présence de cinq espèces, une paire d'espèces et un groupe d'espèces en altitude sur l'année 2024. Cela représente 32 % 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 : Le suivi en altitude montre que :

- **La Noctule commune domine le peuplement chiroptérologique** avec 43 % des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Son activité est forte au printemps et très forte en été et à l'automne.
- **La Noctule de Leisler est la seconde espèce la plus présente** avec 19 % des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Elle est peu présente au printemps mais devient très abondante en été et en automne.
- **La Pipistrelle commune est également bien représentée** avec 10 % du total des minutes positives obtenues en altitude. Elle est très peu présente au printemps (activité très faible) mais devient très abondante en été et en automne (activité très forte).

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

L'activité en altitude est quasiment exclusivement concentrée en début de nuit puis diminue ensuite progressivement. En période estivale et automnale, un deuxième pic d'activité est observé en fin de nuit.

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

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

2.4 Résultats du suivi de mortalité

2.4.1 Résultats bruts

2.4.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts

Au total, 15 cadavres ont été trouvés au sein du parc éolien de Les Penages, dont 9 oiseaux (8 espèces) et 6 chauves-souris (2 espèces) entre le 6 mars 2024 et le 23 octobre 2024.

Les espèces d'oiseaux trouvés sont l'Alouette des champs (1 individu), le Bruant proyer (1 individu), le Canard colvert (1 individu trouvé en dehors de la zone de prospection), le Faucon crécerelle (2 individus), le Faisan de Colchide (1 individu), le Goéland leucophée (1 individu), le Pigeon ramier (1 individu) et le Roitelet à triple bandeau (1 individu). Ces espèces ont été découvertes entre le 13 mars 2024 et le 7 août 2024. L'espèce d'oiseau la plus fréquemment observée est le Faucon crécerelle, avec deux cadavres.

A noter qu'un Martinet noir ou pâle a été retrouvé au niveau de l'éolienne E02 deux semaines après la fin du suivi mortalité lors d'une visite des services instructeurs le 13 novembre 2024. Cet individu observé uniquement via des photos prises ne sera pas pris en compte dans les données brutes et les estimations de ce suivi.

Les espèces de chauves-souris trouvées sont la Pipistrelle commune (4 individus) et la Pipistrelle pygmée (2 individus) entre le 17 avril 2024 et le 14 août 2024. Ce sont probablement des individus issus de colonies locales étant donnée les espèces et les dates sur lesquelles ils ont été retrouvés.

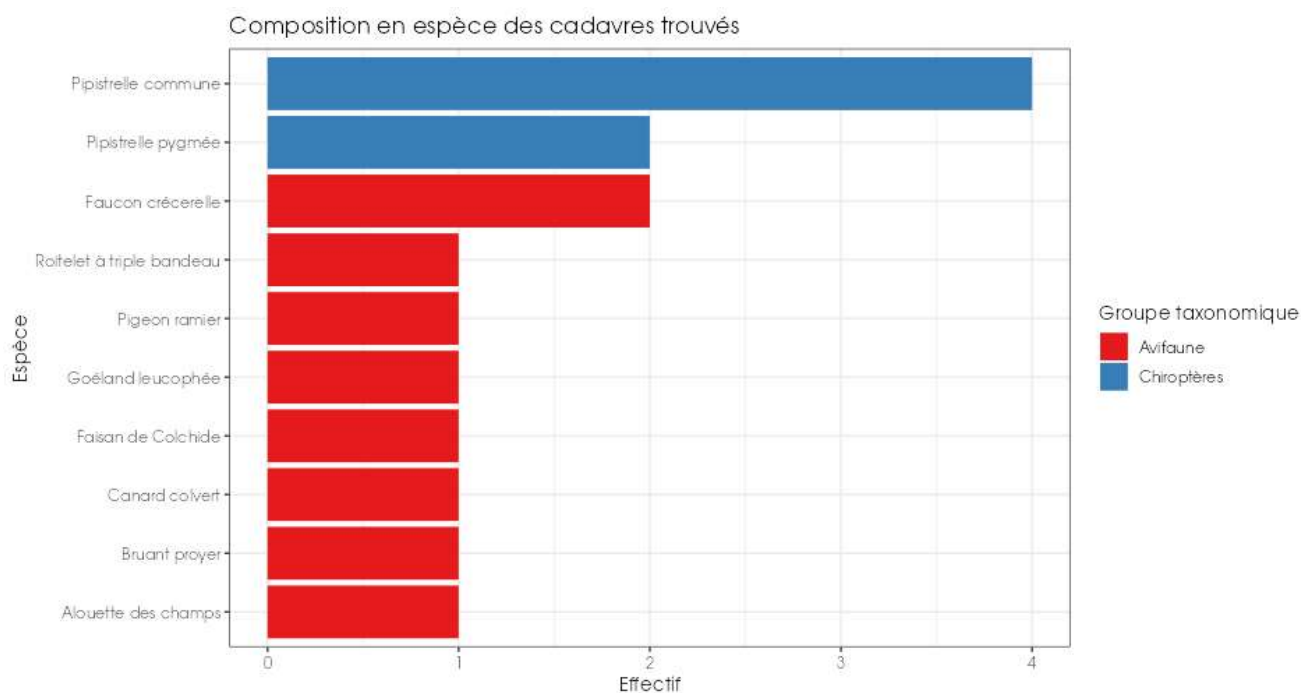


Figure 50 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Les Penages

*Pipistrelle pygmée**Pipistrelle commune**Goéland leucophée**Faisan de Colchide*

Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. © Biotope

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les cadavres d'oiseaux ont été observés sur trois périodes : sur le mois de mars (période de migration prénuptiale : Roitelet à triple bandeau), de fin mai à fin juin (période de reproduction : Alouette des champs, Bruant proyer) puis de mi-juillet à début août (période de dispersion suite à la période de reproduction voire début de migration postnuptiale : Goéland leucophée, Faucon crécerelle). Au regard des effectifs, il semble y avoir un léger pic de mortalité qui se dégage sur la période de suivi, notamment en période de migration prénuptiale et sur la période de reproduction ;
- Les cadavres de chiroptères ont été retrouvés de manière assez continue sur la période allant de mi-avril à mi-août, avec un léger pic de découverte le 3 juillet 2024. Il s'agit de la période de sortie de gîte (migration de printemps) et la période de mise bas qui coïncident avec ces différentes observations.

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.

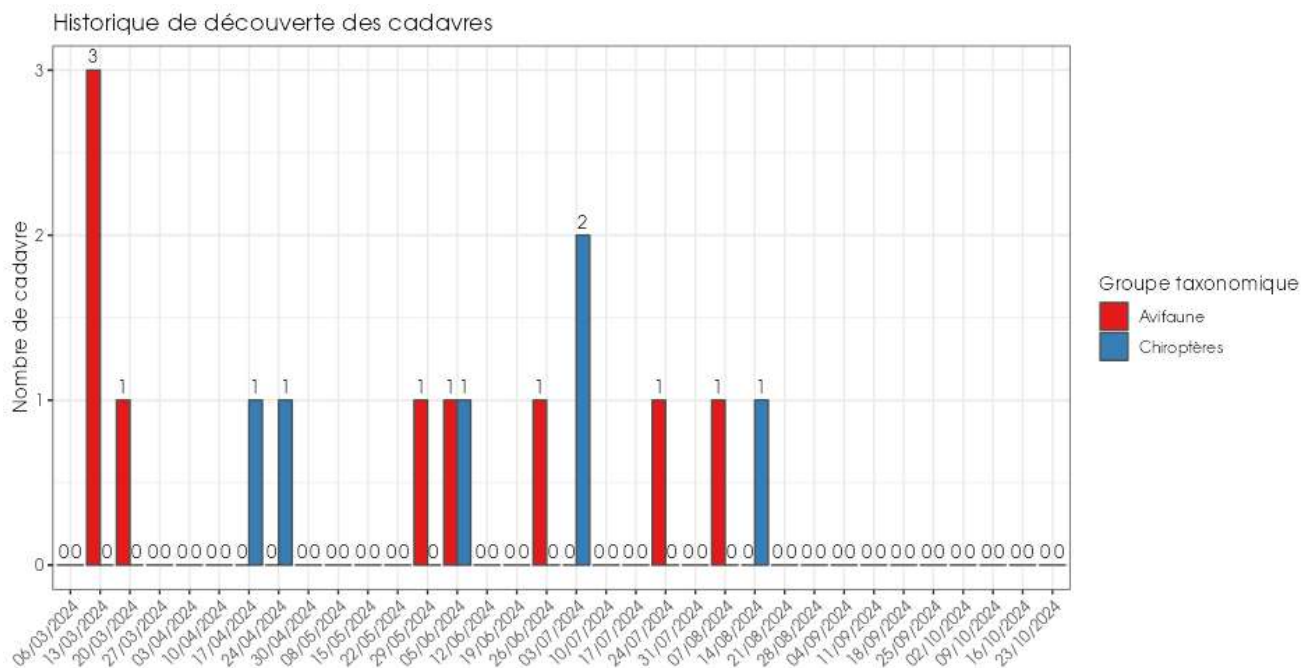


Figure 51 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Les Penages

2.4.1.1 Suivi par éolienne

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous l'ensemble des éoliennes avec des valeurs assez similaires entre elles pour les chiroptères. Pour l'avifaune, il n'a pas été observé de mortalité sur les éoliennes E02 et E04. L'éolienne E05 montre le nombre de découvertes de cadavres le plus important avec 7 oiseaux et 1 chiroptère. Pour les chiroptères, il a été observé 1 individu par éolienne à l'exception de E01 où 2 individus ont été observés.

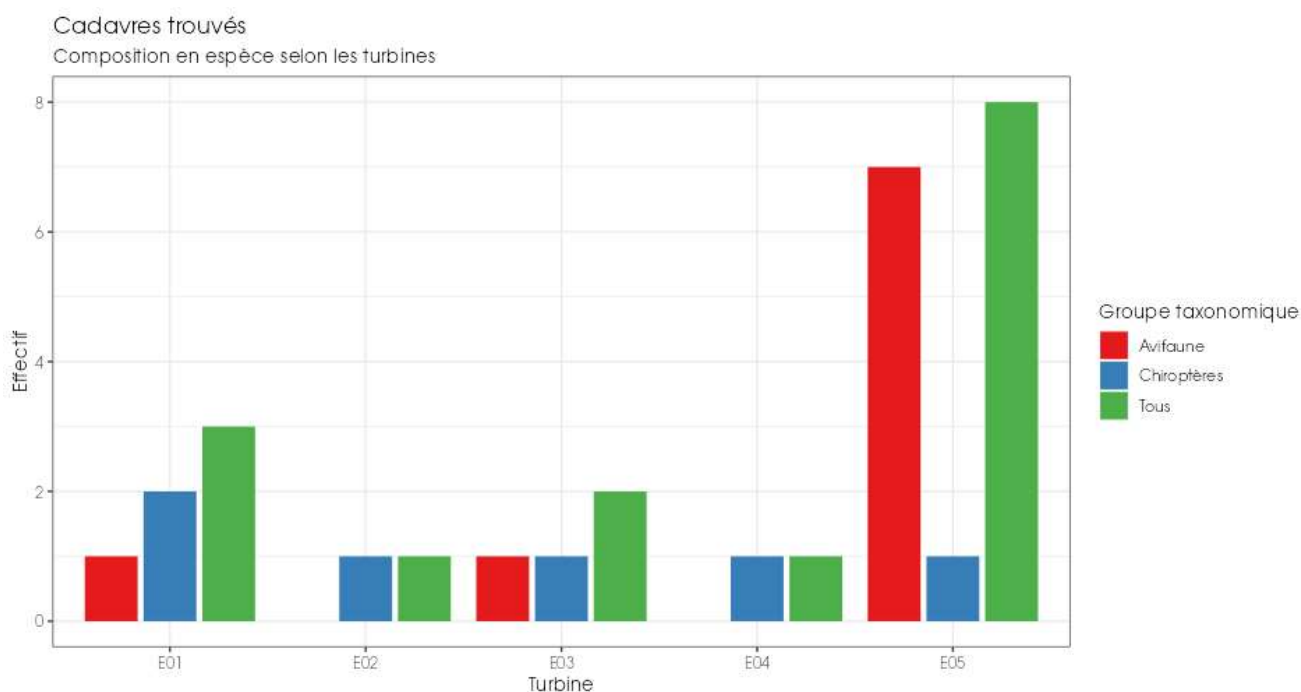


Figure 52 : Nombre de cadavres découverts par éolienne

L'ensemble des éoliennes présente des cas de mortalité pour les chiroptères. En revanche, pour l'avifaune, seules trois des cinq éoliennes présentent des cas de mortalité. Les mortalités brutes recensées varient fortement entre les éoliennes, comprises entre 1 et 8 cadavres par éolienne et par groupe faunistique. La majorité des cadavres appartient au groupe des oiseaux (8 individus). L'éolienne E05 (dans une moindre mesure) semble avoir un impact plus marqué que les autres machines sur la base des résultats bruts.

2.4.1.2 Répartition spatiale des observations

Les observations ont été réalisées sur un tiers des distances prospectées. Les individus retrouvés le plus loin d'une éolienne sont un Faucon crécerelle observé à 47 m et un Canard colvert observé à 57 m.

Si l'on regarde la localisation des observations par rapport aux éoliennes suivies, les observations semblent différentes entre les deux groupes, plus proches de l'éolienne pour les chiroptères avec un pic autour des 14 m et plus étalée/homogène pour l'avifaune.

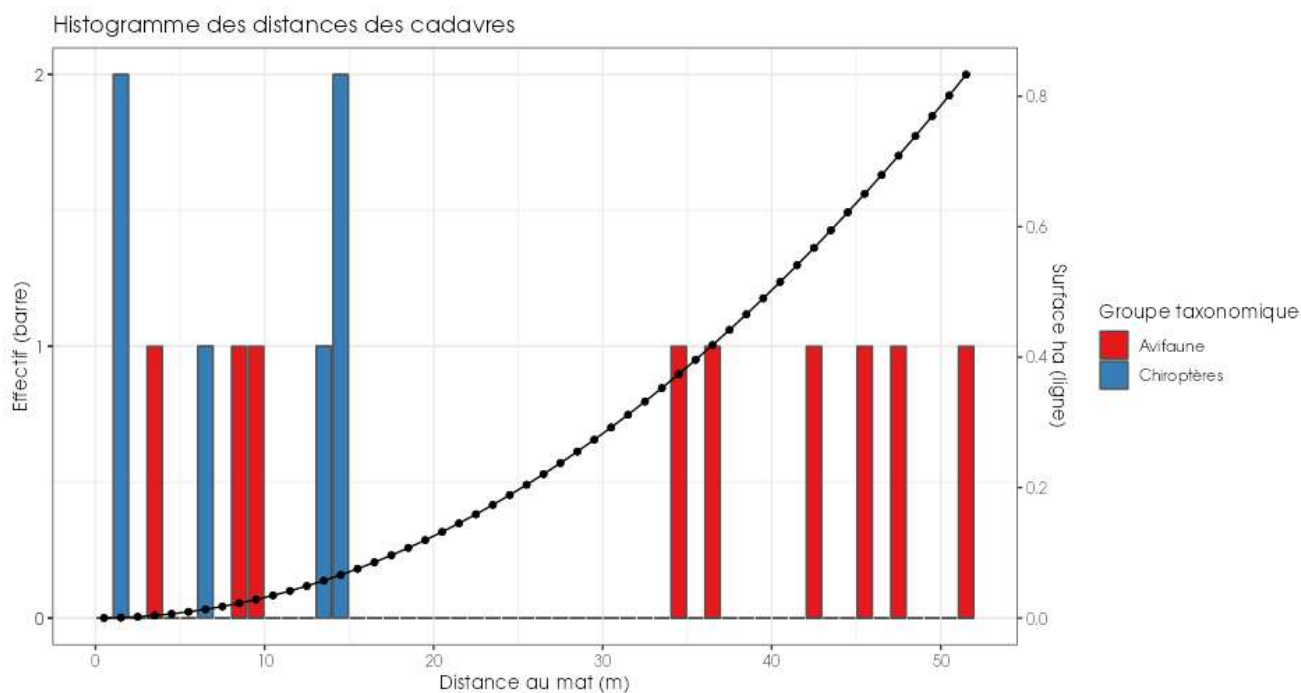


Figure 53 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Les Penages. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne

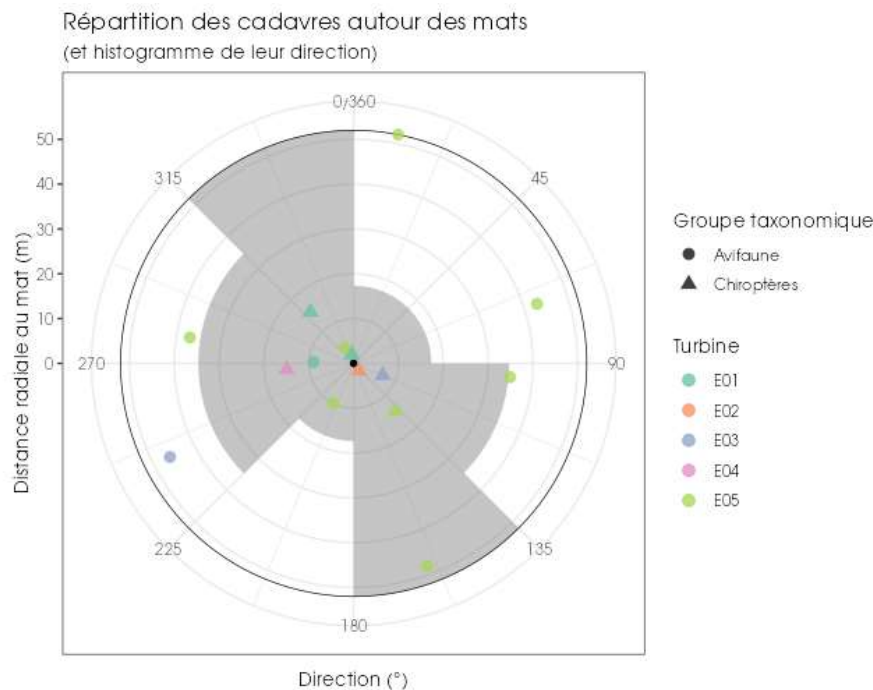


Figure 54 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En gris, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation. Le cercle noir correspond au rayon de prospection maximale de la zone échantillonnée

2.4.1.3 Description des oiseaux retrouvés

9 individus répartis au sein de 8 espèces ont été retrouvés et identifiés sous les éoliennes du parc de Les Penages : l'**Alouette des champs** (1 individu), le **Bruant proyer** (1 individu), le **Canard colvert** (1 individu), le **Faucon crécerelle** (2 individus), le **Faisan de Colchide** (1 individu), le **Goéland leucopnée** (1 individu), le **Pigeon ramier** (1 individu) et le **Roitelet à triple bandeau** (1 individu).

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

On constate que le Faucon crécerelle, le Roitelet à triple bandeau, l'Alouette des champs, le Pigeon ramier et le Bruant proyer 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. Le Faisan de Colchide se situe au 21^{ème} rang de notre référentiel de mortalité brute. Le Canard colvert et le Goéland leucopnée sont parmi les espèces les moins fréquemment observées en France métropolitaine parmi l'ensemble des 9 espèces observées lors de ce suivi, classées aux 45^{ème} et 61^{ème} rang.

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

On constate que le Faucon crécerelle, l'Alouette des champs, le Pigeon ramier et le Roitelet à triple bandeau sont des espèces fortement impactées en Europe et en France. En effet, sur les 305 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité, elles font parties des 11 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 et le Canard colvert se situent aux 12^{ème} et 11^{ème} rang européen (espèces principalement observées en Allemagne) et peu commune pour la France (15^{ème} et 37^{ème} rang). Enfin, le Goéland leucopnée est beaucoup moins fréquent, aussi bien en Europe qu'en France (76^{ème} rang Européen et 45^{ème} rang Français).

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 Roitelet à triple bandeau est la 1^{ère} espèce la plus impactée régionalement, soit 10,5 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- Le Faucon crécerelle est la 4^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 7,38 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- Le Pigeon ramier est la 5^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 6,91 % 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 Faisan de Colchide est la 9^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 3,55 % 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 ;
- Le Goéland leucophée est la 27^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 0,47 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- Le Canard colvert n'avait est la 31^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 0,37 % des cadavres d'oiseaux retrouvés.

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

Par ailleurs, la base de données concernant l'avifaune mise à disposition par Tobias Dürr se base sur des observations transmises de manière volontaire. Elle permet, comme celle de Biotope, de comparer la mortalité observée sur le parc de Les Penages 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 41 : Tableau de synthèse associant les données « empiriques » 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 brute » 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 Penages
Alouette des champs	7 (517)	6 (215)	5 (76)	8 (46)	5 (23)	/	10 (125)	10 (89)	20 (2)	2 (44)	2 (1)
Bruant proyer	12 (383)	15 (71)	9 (28)	10 (35)	/	/	23 (39)	3 (252)	/	5 (21)	2 (1)
Canard colvert	11 (405)	37 (19)	45 (2)	31 (4)	13 (4)	5 (48)	4 (214)	23 (36)	3 (64)	18 (1)	2 (1)
Faucon crécerelle	3 (867)	3 (347)	2 (105)	4 (79)	3 (28)	14 (7)	8 (155)	2 (273)	10 (14)	3 (39)	1 (2)
Faisan de Colchide	22 (203)	10 (97)	21 (10)	9 (38)	1 (62)	17 (4)	26 (32)	48 (2)	17 (5)	/	2 (1)
Goéland leucophée	76 (23)	45 (11)	61 (1)	27 (5)	16 (1)	/	/	39 (11)	/	/	2 (1)

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotop	Rang Régional	A	BE	D	E	NL	PT	Rang Les Penages
Pigeon ramier	10 (469)	5 (222)	6 (55)	5 (74)	12 (5)	11 (13)	5 (196)	36 (14)	9 (16)	/	2 (1)
Roitelet à triple bandeau	8 (492)	2 (384)	3 (101)	1 (113)	16 (1)	18 (3)	21 (45)	18 (45)	21 (1)	17 (2)	4 (1)

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

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2003, très peu de données sont exploitables et cette étude est inexploitable. Toutefois, on y retrouve certaines espèces citées comme : le Faucon crécerelle, l'Alouette des champs, le Pigeon ramier et le Bruant proyer. On notera par ailleurs que lors du suivi environnemental de 2019, hormis le Canard colvert, le Roitelet à triple bandeau et le Goéland leucophée, les autres espèces ont été observées lors du suivi de l'activité de l'avifaune. En revanche, aucune d'entre elles n'a été retrouvée lors du suivi mortalité.

2.4.1.3.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 42 présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le parc de Les Penages à l'échelle régionale, française et européenne.

Aucune espèce n'est inscrite à l'Annexe I de la Directive Oiseaux. L'Alouette des champs, le Faucon crécerelle, le Faisan de Colchide et le Goéland leucophée ont un statut « NT » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs en France. Au niveau régional, le Goéland leucophée a un statut « VU » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de la région Centre-Val de Loire, l'Alouette des champs et le Bruant proyer ont un statut « NT ».

A noter que le Goéland leucophée a fait l'objet d'une fiche d'incidence en raison de son statut « vulnérable » (cf. annexe).

Tableau 42 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Les Penages

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
Bruant proyer	Article 3	-	LC	LC	NT	MC
Canard colvert	-	Annexe II Annexe III	LC	LC	LC	MC
Faucon crécerelle	Article 3	-	LC	NT	LC	MC
Faisan de Colchide	-	Annexe II	LC	NT	-	-
Goéland leucophée	Article 3	-	LC	NT	VU	MC
Pigeon ramier	-	Annexe II	LC	LC	LC	MC
Roitelet à triple bandeau	Article 3	-	LC	LC	LC	MPC

Légende :

Protection nationale

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

Directive Oiseaux

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

Listes rouges

- Birdlife International (2021) European Red List of Birds. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

- Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF et ONCFS, 2016).
- Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs en Centre-Val de Loire (UICN, 2013).
- DD : non évalué, LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable.

Rareté

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

2.4.1.1 Description des chauves-souris retrouvées

6 individus répartis au sein de 2 espèces ont été retrouvés morts sur le parc de Les Penages : **la Pipistrelle commune** (4 individus) et **la Pipistrelle pygmée** (2 individus).

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

On constate que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus fréquemment observée en France. En effet, sur les 13 espèces ou groupes d'espèces comptabilisés dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elle est de loin l'espèce la plus découverte en Métropole. La 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 prédation des cadavres, du nombre d'éoliennes suivies... Cette base de données publiée le 23/03/2023 puis mise à jour le 13/11/2024 peut à l'image du référentiel de mortalité brute de Biotope ou la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles aux collisions/barotraumatismes à l'échelle régionale. Ainsi, au niveau régional, entre 2015 et 2023, on constate que :

- La Pipistrelle commune est 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 de Les Penages 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 43 : 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 Penages (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 (4)
Pipistrelle pygmée	6 (494)	6 (199)	8 (9)	7 (4)	3 (4)	/	7 (1)	5 (169)	/	5 (42)	2 (2)

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

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2003, il est important de noter que lors de celle-ci, aucun inventaire au sol ou en altitude n'a été réalisé à l'époque. Cependant si l'on se réfère à l'écoute en altitude issues du suivi réalisé en 2018 ces espèces ont été recensées à ce moment-là.

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).

2.4.1.1.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 44 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le parc de Les Penages à l'échelle de la France et de l'Europe. Les 2 espèces contactées sont strictement protégées en France et dans l'Union Européenne. La Pipistrelle commune est par ailleurs considérée comme patrimoniale en France car quasi menacée.

Tableau 44 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Les Penages

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

2.4.1.1 Evaluation de tendance à travers les quantiles de mortalité brute

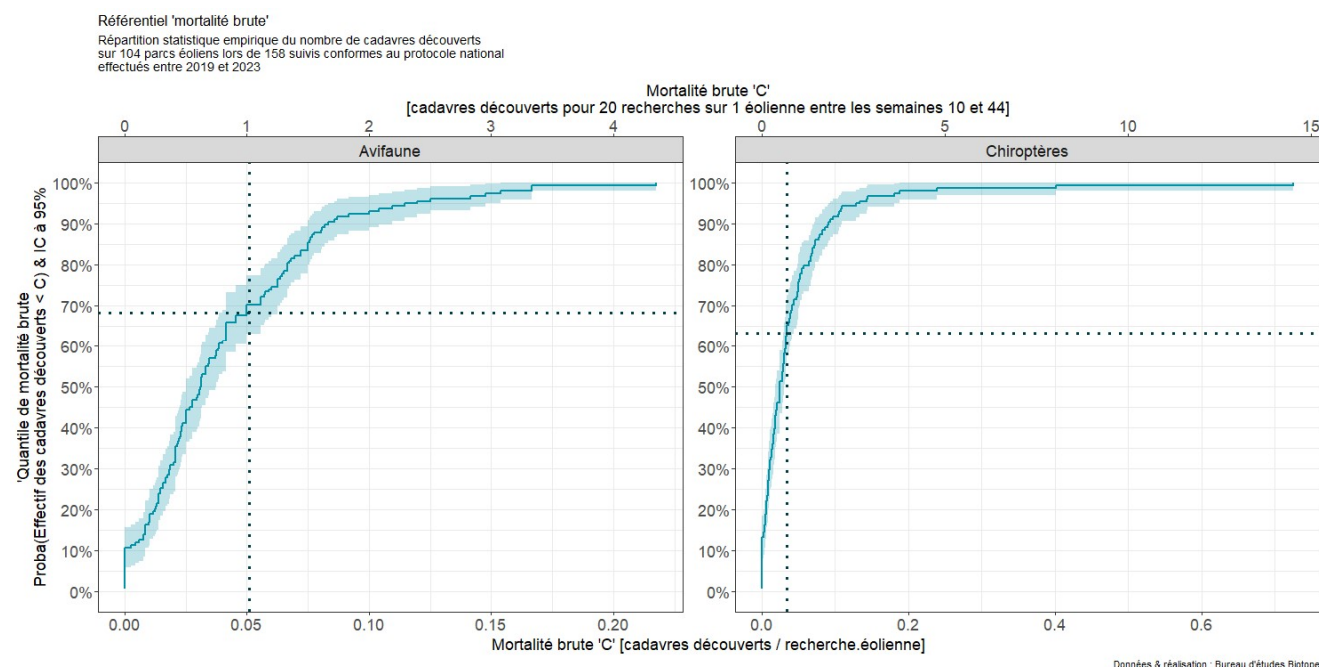


Figure 55 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute du parc de Les Penages à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2023)

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

Au sein du parc éolien de Les Penages, il a été observé un total de 9 cadavres d'oiseaux et 6 cadavres de chiroptères. Pendant le suivi, 5 éoliennes ont été suivies durant 35 passages. Cela conduit à une mortalité brute 'C' de 0,051 cadavres par recherche-éolienne pour les oiseaux et de 0,034 cadavres par recherche-éolienne pour les chiroptères.

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité brute de 68 % pour les oiseaux et de 63 % pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité brute du parc de Les Penages est parmi les 37 % les plus élevés du référentiel pour les chiroptères, contre 32 % pour les oiseaux.

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

2.4.2 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.

2.4.2.1 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 45, Figure 56 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi et Figure 57). Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les capacités de l'observateur à détecter les cadavres (Domínguez del Valle et al., 2020). Les milieux herbacés hauts (> à 30/40 cm) et denses sont incompatibles avec les suivis. Ainsi, dès lors que la végétation correspondait à ce type d'occupation du sol, l'efficacité de recherche a été considérée comme nulle et les parcelles non prospectées.

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

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

Tableau 45 : 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 (35 passages). Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement)

Milieux	E01	E02	E03	E04	E05	Total
Céréales	25,62%	24,60%	9,66%	18,16%	19,38%	19,48%
Chaume	19,48%	2,40%	10,46%	17,66%	4,44%	10,89%
Colza	/	4,90%	/	/	17,69%	4,52%
Déchaume	/	3,93%	/	1,01%	/	0,99%
Friche	32,37%	11,21%	50,43%	28,30%	6,75%	25,81%
Fumier	/	/	/	/	2,64%	0,53%
Lavande	/	/	/	/	2,52%	0,50%
Maïs	/	/	0,80%	/	/	0,16%
Plateforme / Chemin	12,11%	12,81%	13,49%	13,51%	12,12%	12,81%
Semis	/	9,95%	2,91%	5,53%	20,63%	7,80%
Sol nu	9,36%	29,19%	11,69%	14,95%	13,16%	15,67%
Tas de pierres	0,58%	0,58%	0,23%	0,62%	0,34%	0,47%
Tas de terre	0,47%	0,43%	0,32%	0,27%	0,32%	0,36%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

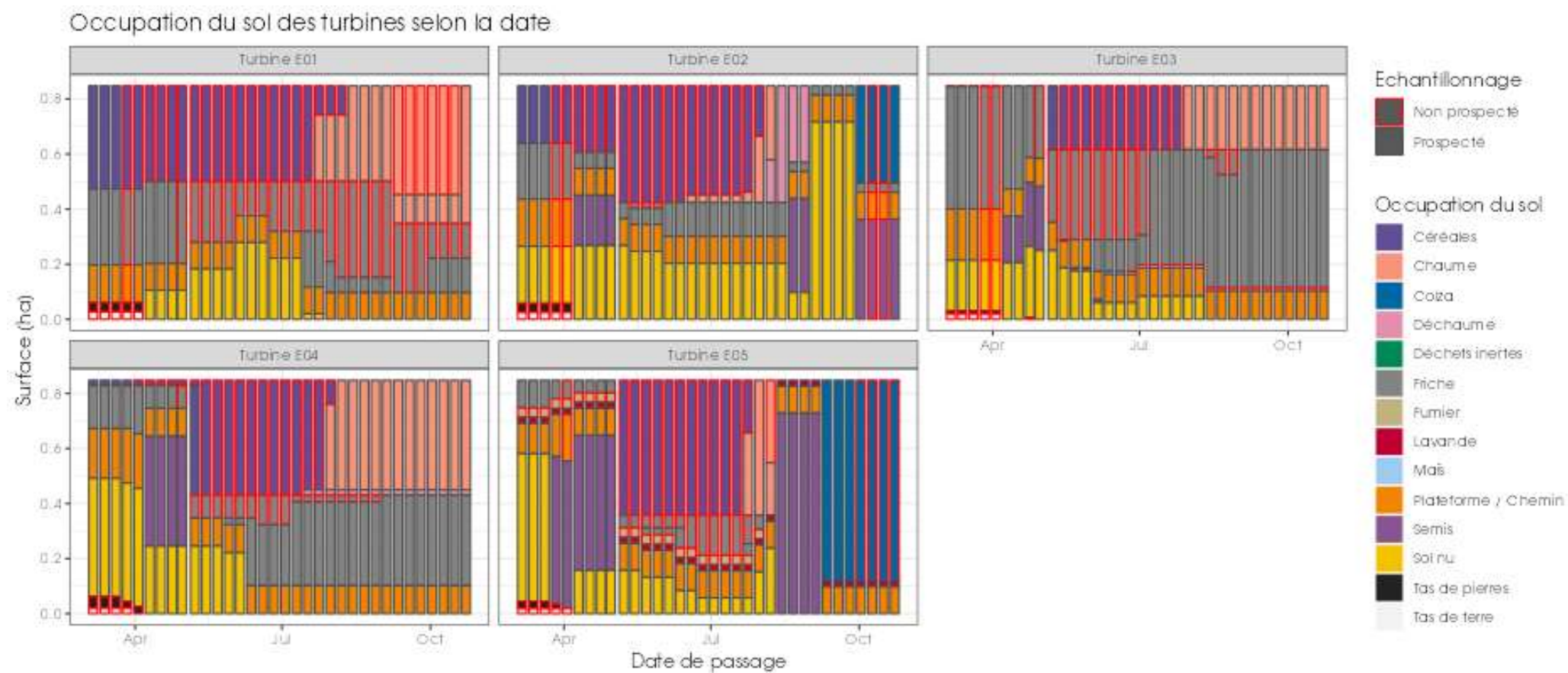


Figure 56 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

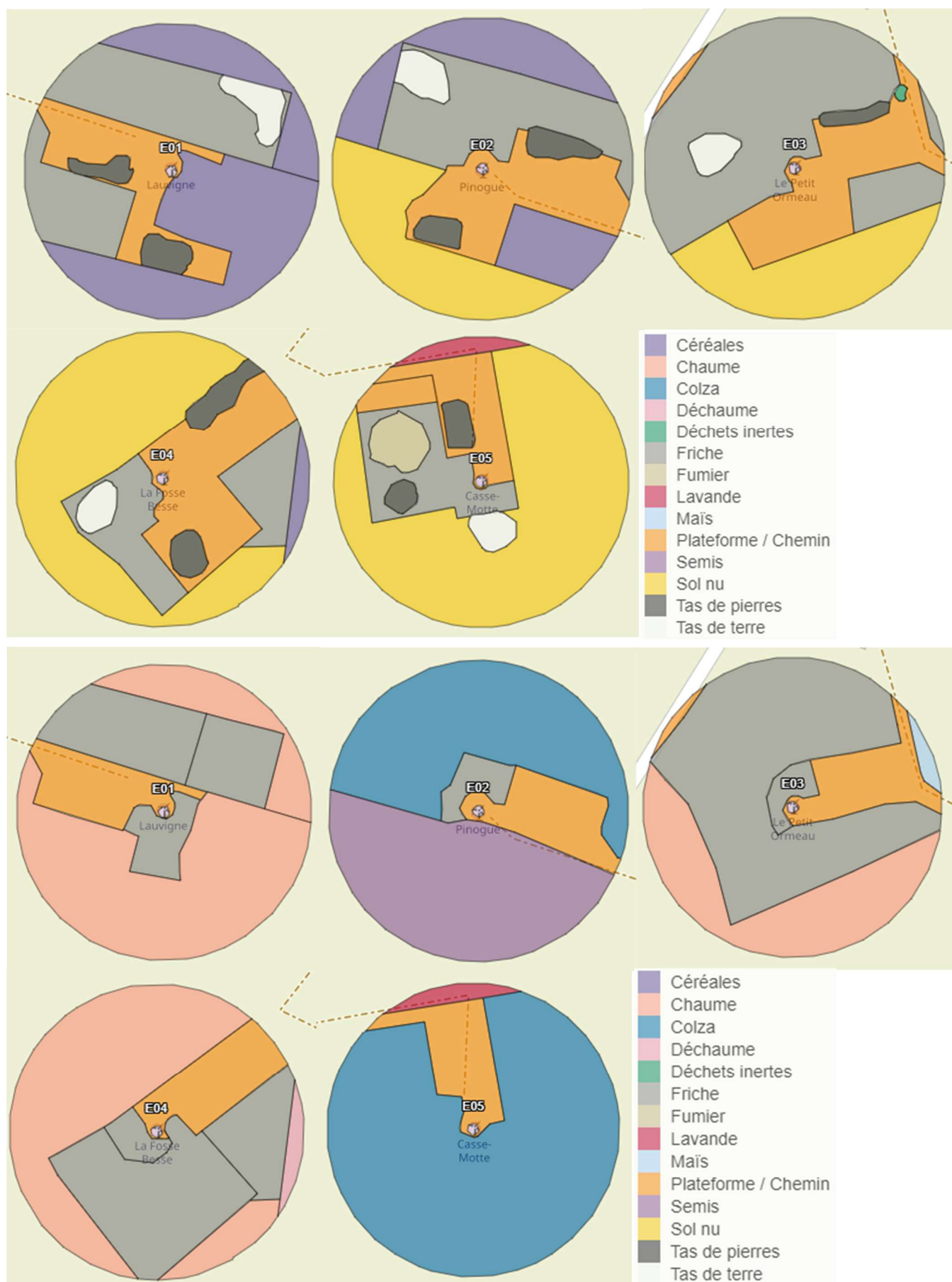
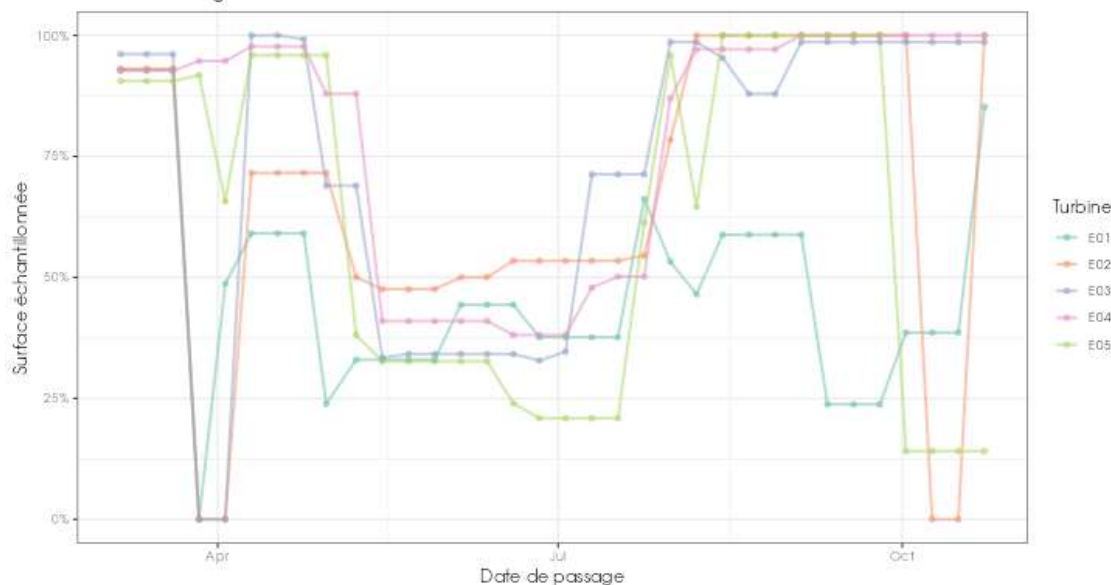


Figure 57 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04, E05 (de gauche à droite et de haut en bas) le 6 mars 2024 (premier passage en haut) et le 9 octobre 2024 (passage 33)

2.4.2.2 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.

Echantillonnage des turbines selon la date



Echantillonnage selon les turbines

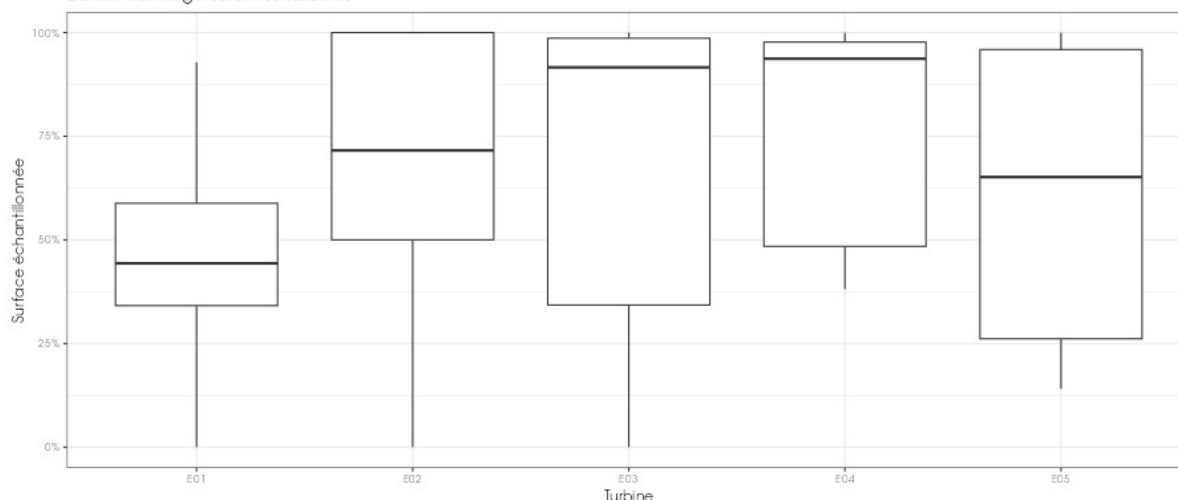


Figure 58 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. En haut évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, en bas synthèse (boîte à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1^{er} quartile, médiane en gras, 3^{ème} quartile, maximum)

2.4.2.3 Résultats des tests et calcul des coefficients correcteurs

2.4.2.3.1. 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 46). La moyenne pondérée (par le temps entre passages) est le résultat retenu pour le calcul d'estimation de la mortalité par éolienne. Les coefficients correcteurs de surface moyens sont assez faibles (allant de 0,46 à 0,78). Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 46 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 35 passages

	E01	E02	E03	E04	E05
Quantile 2.5%	0,20	0,00	0,00	0,38	0,14
Premier quartile	0,34	0,50	0,34	0,48	0,26
Moyenne	0,48	0,66	0,73	0,79	0,62
Moyenne pondérée	0,46	0,66	0,72	0,78	0,61
Médiane	0,44	0,72	0,92	0,94	0,65
Troisième quartile	0,59	1,00	0,99	0,98	0,96
Quantile 97.5%	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00

2.4.2.3.2. Coefficient de persistance (s)

À la suite des tests de persistance et aux analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu un modèle prenant en compte la persistance de chaque éolienne (AIC weight = 0,06) « **Persistance ~ TurbID** » en utilisant une famille de distribution « lognormal ». Cela veut dire que la durée de persistance est variable entre les différentes éoliennes.

Durées de persistances moyennes et médianes des cadavres

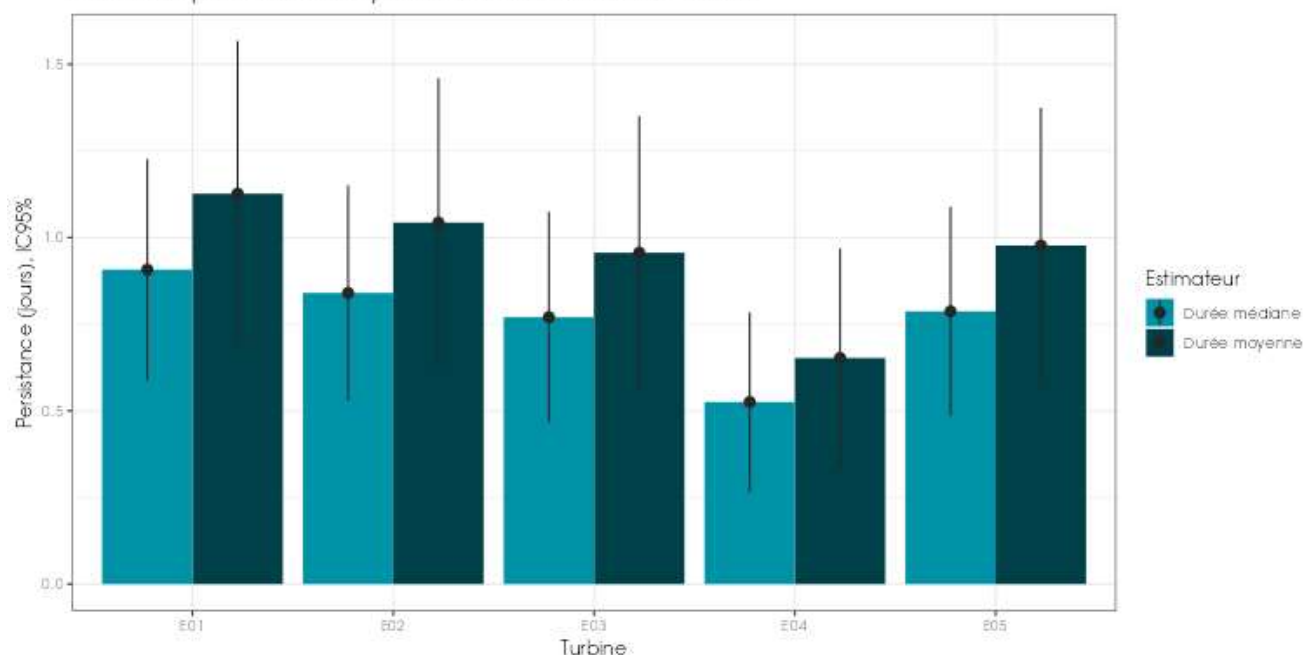


Figure 59 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation

De manière globale la durée moyenne de persistance est très faible à l'échelle du parc. En effet, seules les éoliennes E01 et E02 ont une durée moyenne de persistance légèrement supérieure à 1 jour. C'est-à-dire qu'en moyenne un cadavre disparaît avant un jour et demi. Pour les éoliennes E03, E04 et E05 la durée moyenne de persistance est inférieure à 1 jour, c'est-à-dire que les cadavres disparaissent en moyenne avant 1 jour. Les intervalles de confiance montrent que l'évaluation de la prédation est assez bonne en illustre une incertitude modérée (Tableau 47 ; Figure 59).

Tableau 47 : 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

	E01	E02	E03	E04	E05
Résultats des tests de persistance de 2024					
Persistance moyenne (en jours)	1,13	1,04	0,96	0,65	0,98
Intervalle de confiance à 95%	[0,69 ; 1,57]	[0,63 ; 1,46]	[0,56 ; 1,35]	[0,34 ; 0,97]	[0,58 ; 1,37]

2.4.2.3.3. Coefficient d'efficacité de recherche (f)

À la suite des tests d'efficacité de recherche, les analyses statistiques basées sur la sélection de modèles n'ont pas permis de retenir un modèle du fait de l'absence de deux catégories d'occupation du sol non testée que sont « le colza » et « le maïs ». Nous avons donc sélectionné le modèle prenant en compte le critère hauteur de végétation associé à l'occupation du sol « **Trouve ~ OCS + Hmoy** » (AICc delta = 0,98) pour réaliser les interpolations. Nous avons ensuite renseigné via les résultats des tests d'efficacité du référentiel mortalité corrigé Biotope les cas de figure manquants (extrapolations) en s'appuyant sur les observations (résultats des tests) et les prédictions du modèle (estimations et interpolations). Nous avons ainsi pu déterminer les probabilités de détection pour tous les cas de figure d'occupations du sol et de hauteurs de végétation rencontrés par l'observateur durant le suivi (Tableau 48).

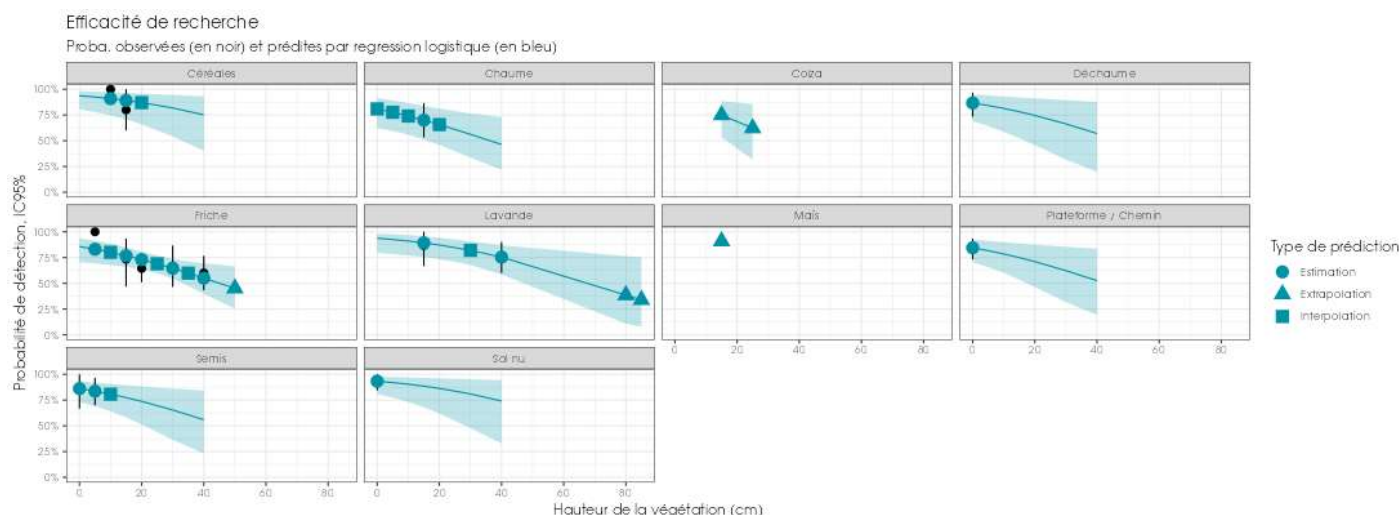


Figure 60 : Probabilités d'efficacité de recherche observées et prédites par régression logistique

Tableau 48 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées à dire d'expert sont indiquées en gras

Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
Céréales 0 cm	0,94 [0,8 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Friche 50 cm	0,45 [0,25 ; 0,67]	0 [0 ; 0]	Extrapolation
Céréales 5 cm	0,92 [0,78 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Lavande 0 cm	0,94 [0,79 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Céréales 10 cm	0,91 [0,75 ; 0,97]	1 [1 ; 1]	Estimation	Lavande 5 cm	0,92 [0,78 ; 0,98]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Céréales 15 cm	0,89 [0,71 ; 0,97]	0,8 [0,6 ; 1]	Estimation	Lavande 10 cm	0,91 [0,77 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Céréales 20 cm	0,87 [0,66 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Lavande 15 cm	0,89 [0,75 ; 0,96]	0,87 [0,67 ; 1]	Estimation

Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
Céréales 30 cm	0,82 [0,54 ; 0,95]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Lavande 20 cm	0,87 [0,73 ; 0,94]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Céréales 40 cm	0,75 [0,4 ; 0,93]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Lavande 30 cm	0,82 [0,68 ; 0,91]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 0 cm	0,81 [0,62 ; 0,91]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Lavande 40 cm	0,75 [0,59 ; 0,87]	0,77 [0,6 ; 0,9]	Estimation
Chaume 5 cm	0,78 [0,6 ; 0,89]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Lavande 80 cm	0,38 [0,11 ; 0,76]	0 [0 ; 0]	Extrapolation
Chaume 10 cm	0,74 [0,56 ; 0,87]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Lavande 85 cm	0,34 [0,08 ; 0,75]	0 [0 ; 0]	Extrapolation
Chaume 15 cm	0,7 [0,51 ; 0,84]	0,7 [0,53 ; 0,87]	Estimation	Maïs 15 cm	0,91 [0,75 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Extrapolation
Chaume 20 cm	0,66 [0,46 ; 0,81]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme / Chemin 0 cm	0,84 [0,7 ; 0,93]	0,84 [0,73 ; 0,93]	Estimation
Chaume 30 cm	0,56 [0,34 ; 0,77]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme / Chemin 5 cm	0,82 [0,66 ; 0,91]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 40 cm	0,46 [0,22 ; 0,73]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme / Chemin 10 cm	0,78 [0,6 ; 0,9]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Colza 15 cm	0,75 [0,54 ; 0,89]	0 [0 ; 0]	Extrapolation	Plateforme / Chemin 15 cm	0,75 [0,54 ; 0,89]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Colza 25 cm	0,62 [0,32 ; 0,85]	0 [0 ; 0]	Extrapolation	Plateforme / Chemin 20 cm	0,71 [0,46 ; 0,87]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 0 cm	0,87 [0,69 ; 0,95]	0,87 [0,73 ; 0,97]	Estimation	Plateforme / Chemin 30 cm	0,62 [0,32 ; 0,85]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 5 cm	0,84 [0,64 ; 0,94]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Plateforme / Chemin 40 cm	0,53 [0,19 ; 0,84]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 10 cm	0,81 [0,59 ; 0,93]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 0 cm	0,86 [0,73 ; 0,93]	0,87 [0,67 ; 1]	Estimation
Déchaume 15 cm	0,78 [0,52 ; 0,92]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 5 cm	0,84 [0,69 ; 0,92]	0,83 [0,7 ; 0,93]	Estimation
Déchaume 20 cm	0,75 [0,46 ; 0,91]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 10 cm	0,81 [0,64 ; 0,91]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 30 cm	0,66 [0,32 ; 0,89]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 15 cm	0,77 [0,58 ; 0,89]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Déchaume 40 cm	0,57 [0,2 ; 0,88]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 20 cm	0,74 [0,51 ; 0,88]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 0 cm	0,86 [0,7 ; 0,94]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Semis 30 cm	0,65 [0,37 ; 0,86]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 5 cm	0,83 [0,69 ; 0,91]	1 [1 ; 1]	Estimation	Semis 40 cm	0,56 [0,23 ; 0,84]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 10 cm	0,8 [0,68 ; 0,88]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Sol nu 0 cm	0,93 [0,81 ; 0,98]	0,93 [0,87 ; 1]	Estimation
Friche 15 cm	0,77 [0,66 ; 0,85]	0,73 [0,47 ; 0,93]	Estimation	Sol nu 5 cm	0,92 [0,77 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 20 cm	0,73 [0,63 ; 0,81]	0,64 [0,51 ; 0,78]	Estimation	Sol nu 10 cm	0,9 [0,73 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 25 cm	0,69 [0,6 ; 0,77]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Sol nu 15 cm	0,89 [0,68 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 30 cm	0,65 [0,54 ; 0,74]	0,67 [0,4 ; 0,93]	Estimation	Sol nu 20 cm	0,86 [0,62 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 35 cm	0,6 [0,47 ; 0,71]	0 [0 ; 0]	Interpolation	Sol nu 30 cm	0,81 [0,48 ; 0,95]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Friche 40 cm	0,55 [0,4 ; 0,69]	0,6 [0,43 ; 0,77]	Estimation	Sol nu 40 cm	0,74 [0,33 ; 0,94]	0 [0 ; 0]	Interpolation

Les taux d'efficacité prédits des zones prospectées sont très variables en fonction du recouvrement végétal. Ils sont globalement satisfaisants avec une gamme de valeurs allant de 0,34 au minimum (Lavande 85 cm de hauteur de végétation) à 0,94 au maximum (absence de végétation) suivant les milieux prospectés.

2.4.2.4 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. 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 (non concerné lors du suivi du parc de Les Penages car aucun cadavre n'a été retrouvé lors du premier suivi). De plus, les cadavres retrouvés en dehors des zones de prospection ne sont pas pris en compte lors des estimations de mortalités (un Canard colvert a été retrouvé à 57 mètres de l'éolienne lors du suivi, non pris en compte dans les estimations de mortalité).

La probabilité de détection $P(s,f)$ est faible de manière générale (entre 0,02 et 0,13 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique (a) est assez faible également (entre 47% et 79% de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0,0158 à 0,0845, c'est à dire un facteur démultiplicateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 11,83 à 63,29. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 11 et 64 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 E01 et E04 sont les éoliennes qui ont la plus faible probabilité de détection globale. E02 et E03 ont les probabilités de détection globale les plus fortes mais qui reste dans l'absolu très faibles. E05 est intermédiaire.

Tableau 49 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation

	E01	E02	E03	E04	E05
Probabilité détection $P(s,f)$					
Huso (2010)	0,13	0,13	0,11	0,07	0,12
Erickson et al. (2000)	0,13	0,13	0,11	0,07	0,12
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,07	0,07	0,05	0,02	0,06
Coefficient correcteur de surface a					
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,47	0,65	0,73	0,79	0,59
Probabilité globale de détection $a \times P(s,f)$					
Huso (2010)	0,06	0,08	0,08	0,06	0,07
Erickson et al. (2000)	0,06	0,08	0,08	0,06	0,07
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,03	0,05	0,04	0,02	0,04

2.4.2.4.1. Estimation de la mortalité pour l'avifaune

• Éolienne E05

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découverte de cadavres ($n=6$) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E05, sont comprises entre 51 et 92 individus sur une période de 238 jours de suivi. La borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% (IC95%) varie de 131 à 265 individus et la borne inférieure de 19 à 33 individus. Les 6 observations ont été réalisées sur une période assez étendue, entre le 13 mars 2024 et le 14 août 2024.

Tableau 50 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Les Penages sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	1	0	1	0	6	8
Huso (2010) [IC 95%]	8 [1 ; 50]	0 [0 ; 28]	9 [1 ; 43]	0 [0 ; 34]	56 [19 ; 132]	106 [53 ; 208]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	8 [1 ; 46]	0 [0 ; 28]	8 [1 ; 42]	0 [0 ; 34]	51 [20 ; 131]	117 [53 ; 205]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	24 [2 ; 92]	0 [0 ; 60]	19 [2 ; 87]	0 [0 ; 87]	92 [33 ; 265]	230 [108 ; 432]

• Ensemble du parc

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 106 à 230 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 53 à 108 individus (borne inférieure) et entre 205 à 432 individus (borne supérieure) pour l'ensemble du parc (selon les estimateurs), ce qui correspond à une incertitude importante.

Les 8 observations ont été réalisées sur 148 jours centrés sur 3 périodes (du 13 mars au 7 août : 3 découvertes en mars, 1 découverte en mai, 2 découvertes en juin, 1 découverte juillet et 1 découverte en août).

L'éolienne E05 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E01, E03, E04 et E02. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres. Seule E05 semble avoir un impact bien plus important que les autres éoliennes du parc, E02 et E04 sont les seules éoliennes à avoir des estimations très faibles dû au fait qu'aucune mortalité brute n'a été observée lors du suivi.

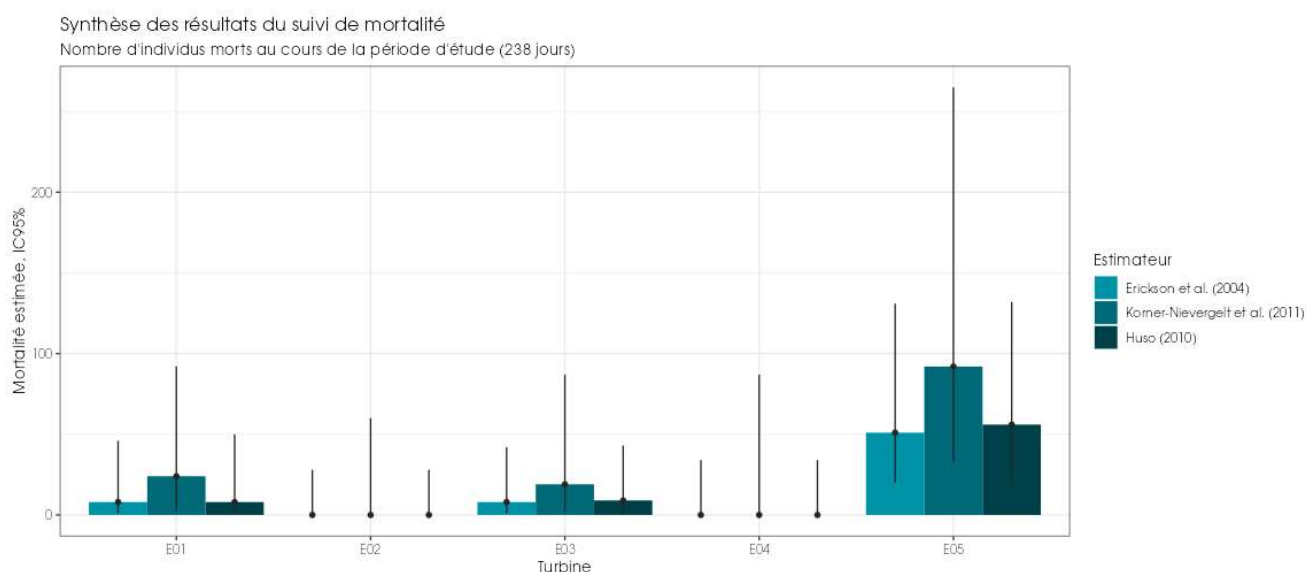


Figure 61 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Les Penages au cours du suivi de 2024 sur 238 jours

2.4.2.4.2. Estimation de la mortalité des chiroptères

• Éolienne E01

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découvertes de cadavres (n=2) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E01 sont comprises entre 16 et 36 individus sur une période de 238 jours de suivi. La borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% (IC95) varie de 49 à 94 individus et la borne inférieure de 5 à 11 individus. Les 2 observations ont été réalisées le même jour, le 3 juillet 2024.

Tableau 51 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Les Penages sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	2	1	1	1	1	6
Huso (2010) [IC 95%]	17 [5 ; 49]	14 [3 ; 37]	15 [2 ; 37]	15 [3 ; 41]	15 [3 ; 39]	80 [34 ; 171]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	16 [5 ; 49]	14 [3 ; 36]	14 [3 ; 37]	13 [3 ; 41]	14 [2 ; 38]	84 [32 ; 168]
Komer-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	36 [11 ; 94]	27 [6 ; 76]	33 [7 ; 81]	35 [7 ; 99]	33 [5 ; 83]	194 [75 ; 376]

• Ensemble du parc

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est comprise entre 80 et 194 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 32 à 75 individus (borne inférieure) et de 168 à 376 individus (borne supérieure) pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

Les 6 observations ont été réalisées sur 119 jours centrés sur deux saisons (du 17 avril au 14 août : 2 découvertes en avril, 1 découverte en juin, 2 découvertes en juillet et 1 découverte en août).

L'éolienne E01 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E04, E05, E03 et E02. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres. Les estimations sont très homogènes ; il est donc compliqué de définir si une éolienne a plus d'impact que les autres.

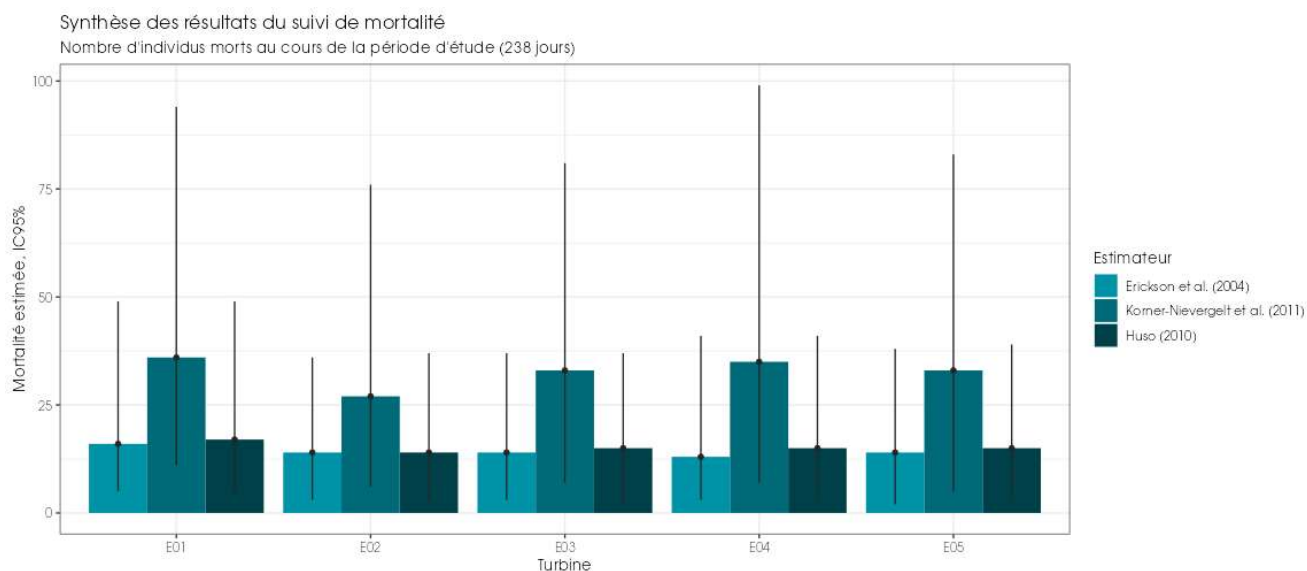


Figure 62 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Les Penages au cours du suivi de 2024 sur 238 jours

2.4.2.5 Comparaison de la mortalité estimée sur le parc de Les Penages avec le référentiel mortalité corrigée Biotope

Le référentiel mortalité estimé Biotope se basant sur l'estimateur de Huso (2010), la comparaison de la mortalité estimée sur le parc des Penages se fait également via l'estimateur de Huso pour conserver une méthodologie de comparaison similaire.

Tableau 52 : Projection de la mortalité estimée par éolienne sur les quantiles de mortalité du référentiel mortalité Biotope

Oiseaux					
Nom de l'éolienne	E01	E02	E03	E04	E05
Mortalité estimée M avec Huso [IC 95%]	8 [1 ; 50]	0 [0 ; 28]	9 [1 ; 43]	0 [0 ; 34]	56 [19 ; 132]
Quantile de mortalité estimée	83,6 %	0 %	87,5 %	0 %	100 %
Chiroptères					
Mortalité estimée M avec Huso [IC 95%]	17 [5 ; 49]	14 [3 ; 37]	15 [2 ; 37]	15 [3 ; 41]	15 [3 ; 39]
Quantile de mortalité estimée	95,9 %	93,2 %	94,3 %	94,3 %	94,3 %

Ces résultats sont issus des données extraites du référentiel de mortalité estimée élaboré par Biotope depuis 2019. Le graphique présente un « quantile de mortalité estimée » en fonction de la mortalité estimée M par éolienne du parc de Les Penages. Ce quantile représente la projection de la valeur M observée pour chaque éolienne sur une fonction de répartition

empirique cumulative (empirical cumulative distribution function, ECDF) issue du référentiel de mortalité estimée de Biotope. Ce critère permet de situer la mortalité estimée d'une éolienne par rapport à un référentiel national complet (voir 1.2.2.3).

Au sein du parc éolien de Les Penages, entre 0 et 6 cadavres d'oiseaux et entre 1 et 2 cadavres de chiroptères ont été observés par éolienne. En appliquant une correction à partir de la probabilité globale de détection, les estimations corrigées se situent entre 0 [0 ; 28] et 56 [19 ; 132] oiseaux par éolienne, et entre 14 [3 ; 37] et 17 [5 ; 49] chiroptères par éolienne. Ainsi, en utilisant de manière comparative le référentiel de mortalité estimée, le niveau de mortalité observé est classé de forte à très forte selon l'éolienne et le groupe taxonomique (Tableau 52).

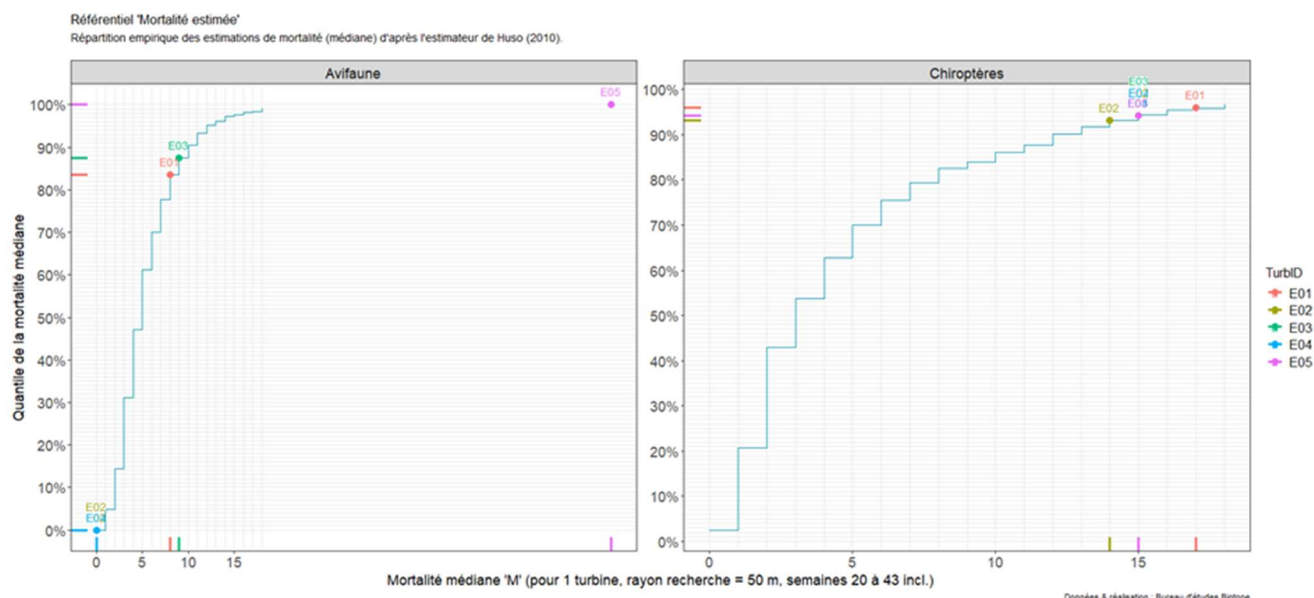


Figure 63 : Projection de la mortalité estimée pour les turbines issue du parc de Les Penages sur la répartition empirique des estimations de mortalité du référentiel mortalité estimée de Biotope

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité estimée par éolienne compris entre 0% et 100% pour les oiseaux et entre 93,2% et 95,9% pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité estimée du parc de Les Penages est assez homogène selon les éoliennes mais est tout de même parmi les plus élevées du référentiel pour les oiseaux, et surtout les chiroptères.

Notons que l'E05 semble particulièrement mortifère pour les deux taxons, avec un quantile de mortalité estimée de 100% pour les oiseaux et de 94% pour les chiroptères (Tableau 52).

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, et mise en situation par rapport aux faibles probabilités globales de détection de cadavre. Cependant, il semble que le parc étudié présente une tendance à une mortalité estimée plus élevée que les autres parcs surveillés par Biotope depuis 2019. Cependant, il convient de souligner une nouvelle fois que cette interprétation, prise individuellement, ne permet pas de tirer des conclusions définitives quant à la signification potentielle de l'impact du parc de Les Penages sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.

2.4.3 Synthèse du suivi de mortalité

Le suivi de mortalité mené sur le parc éolien de Les Penages entre le 6 mars 2024 et le 23 octobre 2024 (5 machines) a conduit à l'observation de 15 cadavres, dont 9 oiseaux (8 espèces) et 6 chauves-souris (2 espèces).

En effet, 8 espèces d'oiseaux (l'Alouette des champs, le Bruant proyer, le Canard colvert, le Faucon crécerelle, le Faisan de Colchide, le Goéland leucophaée, le Pigeon ramier et le Roitelet à triple bandeau) 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 le Faucon crécerelle (2 individus). La majorité des spécimens de chiroptères observés concernent la Pipistrelle commune (4 individus). 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 3 m (Faisan de Colchide) et 47 m du mât (Faucon crécerelle) pour les oiseaux et entre 3 m (Pipistrelle commune) et 19 m (Pipistrelle commune) pour les chiroptères.

Deux tests de persistance des cadavres ont été réalisés, avec l'utilisation d'un total de 100 rats. Lors de ces tests, les vitesses de disparition des cadavres déposés ont été assez hétérogène à l'échelle du parc, avec des temps moyens de persistance des cadavres variant de **0,65 jours** (E04) à **1,13 jours** (E01). Il s'agit d'un scénario habituellement observé lors des suivis mortalités sur les autres parcs suivis sur la région Centre-Val de Loire et notamment en Beauce. Par ailleurs, avec un passage par semaine effectué pour le suivi mortalité, ces temps de persistance très rapides viennent surestimer les estimations de mortalités (en les rendant également plus incertaines).

Des estimations de la mortalité ont été réalisées pour l'ensemble des éoliennes du parc, sur la durée du suivi (238 jours).

L'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de **80 à 194** cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, où les observations se concentrent sur 119 jours.

Concernant l'avifaune, l'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de **106 à 230** cas de mortalité d'oiseaux sur la période de suivi, où les observations s'étalent sur l'ensemble du suivi soit 148 jours.

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

D'après les résultats du référentiel mortalité corrigée, la moyenne des mortalités estimées sur l'ensemble des parcs suivi par Biotope est d'environ **4,9 oiseaux et 4,5 chiroptères par éolienne et par suivi** (pour un rayon de recherche de 50 m et une période de suivi compris entre la semaine 20 et 43). Pour le parc des Penages, les estimations de mortalité sont entre 21,2 et 46 oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi et entre 16 et 38,8 chauves-souris par éolienne sur la période de suivi.

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 (Sand et al., 2024).

En comparaison, les résultats des estimations par éolienne sur le parc de Les Penages sont pour la plupart supérieurs, avec des estimations pouvant varier par un facteur 3 sur l'ensemble des éoliennes composant le parc pour les chiroptères. Pour l'avifaune, l'éolienne E05 semble particulièrement mortifère selon les estimations avec des estimations pouvant varier par un facteur 9.

De plus, l'utilisation des quantiles de mortalité estimées montre que certaines éoliennes sont particulièrement mortifères en comparaison avec la « moyenne » des mortalités estimées par le référentiel mortalité Biotope. Pour rappel, l'éolienne E05 a un quantile de mortalité estimée supérieure à 94% pour les deux taxons, ce qui dénote une mortalité très importante par rapport au référentiel mortalité estimée Biotope. De même, les quantiles de mortalité brute du référentiel de mortalité brute élaboré par Biotope montrent que la mortalité brute du parc de Les Penages est de 68 % pour les oiseaux et de 63 % pour les chiroptères, ce qui dénote encore une fois une mortalité très importante par rapport au référentiel. La différence « d'impact » entre ces deux référentiels est due à la prise en compte de la probabilité globale de détection qui est très faible dans le cas présent, d'où des grandes incertitudes et donc des grandes estimations pour la mortalité estimée.

Durant le suivi mortalité réalisée en 2024, quinze cadavres dont 9 oiseaux (8 espèces) et 6 chauves-souris (2 espèces) ont été observés lors des 35 semaines de suivi mortalité qui s'étendait du 6 mars au 30 octobre 2024.

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024 (9 individus), il s'agit majoritairement d'espèces non menacées et présentant des enjeux faibles (Pigeon ramier, Faucon crécerelle, Faisan de Colchide, Bruant proyer). On notera toutefois l'observation d'une espèce menacée en période de nidification (vulnérables en région Centre-Val de Loire), observée fin juillet en phase de dispersion suite à la période de reproduction (Goéland leucophaée). **Au regard de cette observation mais également de l'estimation de la mortalité pour les oiseaux, l'impact du parc est significatif pour les oiseaux. En effet, l'estimation de la mortalité pour ce groupe est comprise entre 0 [0 ; 28] et 56 [19 ; 132] 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. Toutefois, la probabilité globale de détection étant très faible, il est probable que plusieurs cadavres ne soient pas retrouvés, emportés par les charognards.

Concernant les chiroptères, 6 chauves-souris ont été retrouvées correspondant à une estimation de mortalité selon les formules entre 80 et 194 individus sur l'ensemble du parc, soit entre 14 [3 ; 37] et 17 [5 ; 49] chauves-souris par éolienne sur

la période de suivi. Ces estimations sont supérieures à la gamme des données que l'on peut retrouver dans la bibliographie (environ 10 chauves-souris/éolienne/an). On notera cependant 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 significatif pour les chiroptères au regard des estimations de mortalité.**

Au vu des résultats estimatifs du suivi de mortalité de ce parc en 2024, il semble essentiel de définir des modalités de fonctionnement du parc éolien permettant de réduire la mortalité induite notamment pour les chiroptères. Le parc a certes un impact significatif sur les oiseaux, mais à ce jour, il n'existe aucun dispositif permettant de réduire cet impact sur les espèces concernées. **On notera toutefois que ces estimations sont fortement impactées par la forte prédation constatée au niveau de ce parc.**

2.5 Facteurs d'impact et mesures mises en place

2.5.1 Analyse croisée avec l'étude d'impact

A noter que le détail de l'ensemble des espèces observées lors de l'étude d'impact n'est plus disponible.

Le tableau ci-dessous fait donc le bilan des quelques espèces identifiées et disponibles dans l'étude d'impact datant de 2003 comme étant susceptibles d'être impactées par le projet ainsi que des espèces découvertes durant la réalisation du suivi mortalité de 2024.

Tableau 53 : 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			
Accenteur mouchet	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	-	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Alouette des champs	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	1 individu	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Bergeronnette grise	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	-	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Bruant jaune	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	-	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Bruant proyer	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	1 individu	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Busard Saint-Martin	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	-	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Caille des blés	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	-	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Canard colvert	Non mentionné dans l'étude	1 individu	Non mentionné dans l'étude
Corneille noire	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	-	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Faucon crécerelle	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	2 individus	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Faisan de Colchide	Non mentionné dans l'étude	1 individu	Non mentionné dans l'étude
Fauvette grisette	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	-	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Goéland leucopnée	Non mentionné dans l'étude	1 individu	Non mentionné dans l'étude
Hypolaïs polyglotte	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	-	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Linotte mélodieuse	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	-	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Œdicnème criard	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	-	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité en 2024	Analyse comparative
Pigeon ramier	Risque d'impact supposé faible / pas d'effectifs mentionnés	1 individu	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle n'avait pas spécifié de risque particulier pour cette espèce
Roitelet à triple bandeau	Non mentionné dans l'étude	1 individu	Non mentionné dans l'étude
Chiroptères			
Pipistrelle commune	Chauves-souris non prise en compte dans l'étude d'impact	4 individus	Aucune étude sur les chauves-souris au sol ou en altitude
Pipistrelle pygmée	Chauves-souris non prise en compte dans l'étude d'impact	2 individus	Aucune étude sur les chauves-souris au sol ou en altitude

De manière générale, l'étude d'impact de 2003 n'avait pas relevé de sensibilité particulière au risque de collision pour les oiseaux (majorité des observations en dessous du niveau des pales). Pour les chauves-souris, ce groupe d'espèces n'avait pas été étudié. Au regard de suivi de mortalité réalisé en 2024, on constate toutefois une sensibilité de certaines espèces d'oiseaux mais également de chauves-souris.

Pour les oiseaux : L'étude d'impact initial réalisé par le CDPNE (Comité Départemental de la Protection de la Nature et de l'Environnement) en 2003 révèle une grande pauvreté ornithologique des communes concernées par le parc éolien. Aussi, les risques d'impact sont supposés faibles. Toutefois, au regard du suivi mortalité de 2024, le parc a un impact sur les populations d'oiseaux aussi bien locales que migratrices ; l'impact de ce parc a donc été sous-évalué lors de l'étude d'impact mais était en adéquation avec les connaissances que nous avons à l'époque de ce type de projet.

Pour les chiroptères : Aucun inventaire n'avait été réalisé en 2003 de ce fait l'évaluation du niveau de collision n'avait pas été fait. Les observations et estimations réalisées en 2024 ont pu montrer qu'il existe des risques importants de collision pour les chiroptères à l'échelle du parc.

2.5.2 Analyse croisée avec le suivi environnemental pour le repowering

2.5.2.1 Les oiseaux

Dans le cadre du repowering du parc de Les Penages, un suivi environnemental complet a été finalisé en 2019 (inventaires en 2018). Il ressort les éléments suivants :

L'avifaune fréquentant le parc éolien de Les Penages est assez peu diversifiée avec un total de 44 espèces observées au cours de l'étude. Parmi celles-ci, 6 ont un fort statut patrimonial : le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*), le Busard cendré (*Circus pygargus*), le Busard des Roseaux (*Circus aeruginosus*), la Linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*), la Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*), et le Verdier d'Europe (*Chloris chloris*).

Le parc éolien de Les Penages présente une activité migratoire plutôt faible. Un petit flux migratoire de passereaux a été remarqué sur Les Penages entre E02 et E03 le long des haies qui suivent la route.

Le Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) et le Busard cendré (*Circus pygargus*) ont fréquemment été observés durant toute la période nuptiale en vol de prospection de chasse sur et autour du parc et le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) a souvent été observé en vol du « Saint-Esprit ». L'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) et le Bruant proyer (*Emberiza calandra*) nichent sur l'ensemble de la zone d'emprise du parc. Le Goéland argenté (*Larus argentatus*) utilise l'ensemble de l'aire d'étude comme halte migratoire. Le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) a été observé en migration prénuptiale et postnuptiale, mais ne semble pas nicher aux alentours du site.

D'après le suivi environnemental du parc finalisé en 2019, dix espèces sont particulièrement sensibles aux éoliennes : l'Alouette des champs, le Bruant proyer, le Busard Saint Martin, le Busard cendré, le Busard des roseaux, la Buse variable, le Faucon crécerelle, le Goéland argenté, la Mouette rieuse et l'Œdicnème criard. Le suivi mortalité réalisé en 2024 confirme une partie de ces dires avec notamment 3 des 10 espèces citées retrouvées aux pieds des éoliennes : Faucon crécerelle, Alouette des champs, Bruant proyer.

2.5.2.2 Les chauves-souris

Le suivi environnemental du parc réalisé en 2019 n'a pas effectué d'inventaire des chiroptères au sol. Aucune comparaison n'est donc réalisable avec les résultats obtenus en 2024.

En revanche, le suivi environnemental du parc finalisé en 2019 a procédé à une écoute en nacelle, au niveau de l'éolienne E04 du 4 juillet au 31 octobre 2018.

L'éolienne E04 n'ayant pas fait l'objet d'un suivi acoustique lors du suivi environnemental de 2024, mené par Biotope, la comparaison portera entre l'éolienne E04 (2018) et E05 (2024 : éolienne la plus proche de E04). La période d'enregistrement étant plus courte en 2018, celle-ci servira de référence pour la comparaison de l'activité des chiroptères en altitude.

Tableau 54 : Activité par espèce en nombre de contacts de 5 secondes du 4 juillet au 31 octobre entre 2018 et 2024

Espèces	Eolienne E04 (2018)		Eolienne E05 (2024)		Evolution (2018/2024)	
	Somme des contacts	%	Somme des contacts	%	Différence des contacts	Pourcentage d'augmentation du nombre de contacts
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	279	51%	728	10,3%	+449	+160,9%
<i>Pipistrellus kuhlii / nathusii</i>	136	25%	739	10,5%	+603	+443,4%
<i>Nyctalus noctula</i>	27	5%	3 401	48,2%	+3374	+12 496,3%
<i>Nyctalus leisleri</i>	12	2%	1 046	14,8%	+1034	+8 616,7%
<i>Eptesicus serotinus</i>	92	17%	7	0,1%	-85	-92,4%
<i>Eptesicus serotinus / Nyctalus sp.</i>	3	1%	1 127	16%	+1124	+37 466,7%
<i>Myotis myotis</i>	-	-	9	0,1%	+9	NA
Total	549	100%	7 057	100%	+6 508	+1 185,4%

On observe donc une augmentation significative de l'activité des chiroptères entre 2018 et 2024 avec 1 185% de contact en plus en 2024. Il faut cependant noter que le matériel utilisé (TrackBat en 2018 et SMART en 2024) ainsi que les méthodes d'identification varient entre les deux suivis environnementaux. Ainsi, en 2018, la plupart des contacts appartenant au groupe Sérotine/Noctules ont été identifiés à l'espèce, ce qui n'est pas le cas en 2024. La diminution de l'activité de la Sérotine commune en 2024 ne traduit donc pas une réelle diminution de présence de l'espèce car certains contacts peuvent appartenir à l'espèce au sein du groupe Sérotine/Noctules (bien représenté en 2024 avec 16 % des contacts). On constate néanmoins que le cortège d'espèces contactées en 2018 reste similaire à celui observé en 2024 à l'exception du Grand Murin, non contacté en 2018. Cette espèce vole peu fréquemment à haute altitude d'où des contacts aléatoires d'une année sur l'autre. En revanche, on note tout de même une augmentation importante du nombre de contacts de la Noctule commune ainsi que de la Noctule de Leisler avec respectivement 27 et 12 contacts en 2018 contre 3 374 et 1 034 contacts en 2024.

D'après le suivi environnemental du parc finalisé en 2019, six espèces sont particulièrement sensibles au risque d'impact par collision : la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Noctule de Leisler, la Sérotine commune. Le suivi mortalité réalisé en 2024 confirme ces dires avec notamment 4 Pipistrelles communes retrouvées lors du suivi 2024 et 1 Noctule commune et 1 Noctule de Leisler en 2018.

De manière générale, le suivi environnemental complet finalisé en 2019 avait bien relevé les sensibilités aussi bien pour les oiseaux que pour les chauves-souris en altitude au niveau du parc éolien de Les Penages. En effet, plusieurs espèces identifiées comme sensibles au risque de collision ont été retrouvées lors du suivi mortalité réalisé en 2024.

2.5.3 Analyse croisée entre les suivis mortalités de 2018 et 2024

L'année 2024 correspond au second suivi mortalité mis en place au niveau de parc éolien de Les Penages.

Le tableau ci-dessous fait le bilan des espèces découvertes durant la réalisation des suivis mortalités de 2018 et 2024.

Tableau 55 : Croisement des informations sur les espèces impactées issues des 2 années de suivis mortalités (2018 à 2024)

	En 2018	En 2024
Oiseaux impactés		
Alouette des champs	-	1 individu
Bruant proyer	-	1 individu
Canard colvert	-	1 individu
Faucon crécerelle	-	2 individus
Faisan de Colchide	-	1 individu
Goéland leucopnée	-	1 individu
Martinet noir	1 individu	-
Pigeon ramier	-	1 individu
Roitelet à triple bandeau	-	1 individu
TOTAL	1	9
Chiroptères impactés		
Chauves-souris indéterminée	1 individu	-
Pipistrelle commune	-	4 individus
Pipistrelle pygmée	-	2 individus
Noctule commune	1 individu	-
Noctule de Leisler	1 individu	-
TOTAL	3	6

Tableau 56 : Croisement des informations sur l'estimation de la mortalité issues des deux années de suivi mortalité (2018 à 2024)

	En 2018		En 2024	
Type d'éoliennes	5 éoliennes de type Nordex N90/2300 d'une puissance de 2 300 kW, d'un diamètre de 90 m et d'une hauteur de nacelle de 80 m		<u>Repowering</u> : 5 éoliennes Vestas V100 d'une puissance de 2,2 MW, d'un diamètre de 100 m et d'une hauteur de nacelle de 75 m	
Période de suivi	20 passages réalisés entre les semaines 18 et 41		35 passages réalisés entre les semaines 10 et 44	
Nombre total d'espèces impactées (Toutes espèces confondues)	Oiseaux	Chauves-souris	Oiseaux	Chauves-souris
	1	3	9	6
Huso (2010)	3*	10*	106 [53 ; 208]	80 [34 ; 171]
Mesure de bridage en cours lors du suivi	Non		Oui : - du 1 ^{er} juillet au 31 octobre ;	

	En 2018	En 2024
		- par des températures supérieures à 12°C ; - par des vitesses de vent inférieures à 6 m/s à hauteur de nacelle ; - du coucher au lever du soleil.

- *: information non disponible sur les incertitudes

Entre 2018 et 2024, on constate que le nombre d'oiseaux impactés par les éoliennes sur le parc de Les Penages est plus important en 2024 qu'en 2018 (période de suivi plus longue en 2024). Les espèces retrouvées diffèrent entre les deux années de suivis. Concernant le groupe des chauves-souris, le nombre de cadavres retrouvés en 2024 a doublé par rapport à 2018 malgré la mise en place d'un bridage à partir du 1^{er} juillet 2024. On notera cependant qu'entre les deux suivis, un repowering a été réalisé ; les caractéristiques des éoliennes diffèrent donc entre les deux années. Par ailleurs, la durée du suivi diffère également entre 2018 et 2024 passant de 20 passages à 35 passages. On observe donc que ce soit pour les oiseaux ou pour les chauves-souris une disparité d'une année sur l'autre. La météo, le vent, la hauteur de vol en migration, la modification des secteurs de migration, la modification des éoliennes, la durée du suivi... sont autant d'hypothèses pouvant expliquer cette disparité.

Pour les oiseaux, le Faucon crécerelle reste l'espèce la plus impactée par les éoliennes (2 individus). L'estimation de mortalité entre 2018 et 2024 diffère d'une année à l'autre mais ces données ne sont pas comparables (période de suivi, pas de temps entre chaque passage ou encore les méthodes de prise en compte des coefficients correcteurs et de l'estimation de la mortalité qui diffèrent entre les deux suivis).

Pour les chiroptères, la Pipistrelle commune est l'espèce la plus impactée par les éoliennes (4 individus). Comme pour les explications des oiseaux, la comparaison des estimations de mortalité ne peut être faite ici.

D'une manière générale, on constate en 2018 puis en 2024 que des cas de mortalité sont constatés sur le parc éolien de Les Penages. La découverte des cadavres diffère d'un suivi à l'autre, concentrée sur la période de juillet à octobre en 2018 et s'étalant plus largement en 2024 de mars à août.

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

Rappels : Les enregistrements acoustiques en nacelle ont été réalisés au niveau des éoliennes E01 et E05 entre le 6 mars et le 9 novembre 2024. Le nombre de nuits d'enregistrement de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle est de 248 nuits (dont 131 nuits exploitables = présentant des sons). Aucun problème technique n'est à signaler. Le suivi de mortalité a permis de découvrir 6 chiroptères dont deux au niveau de l'éolienne E01 et un au niveau de l'éolienne E05.

2.5.4.1 Comparaison de la phénologie entre suivis mortalité et acoustique

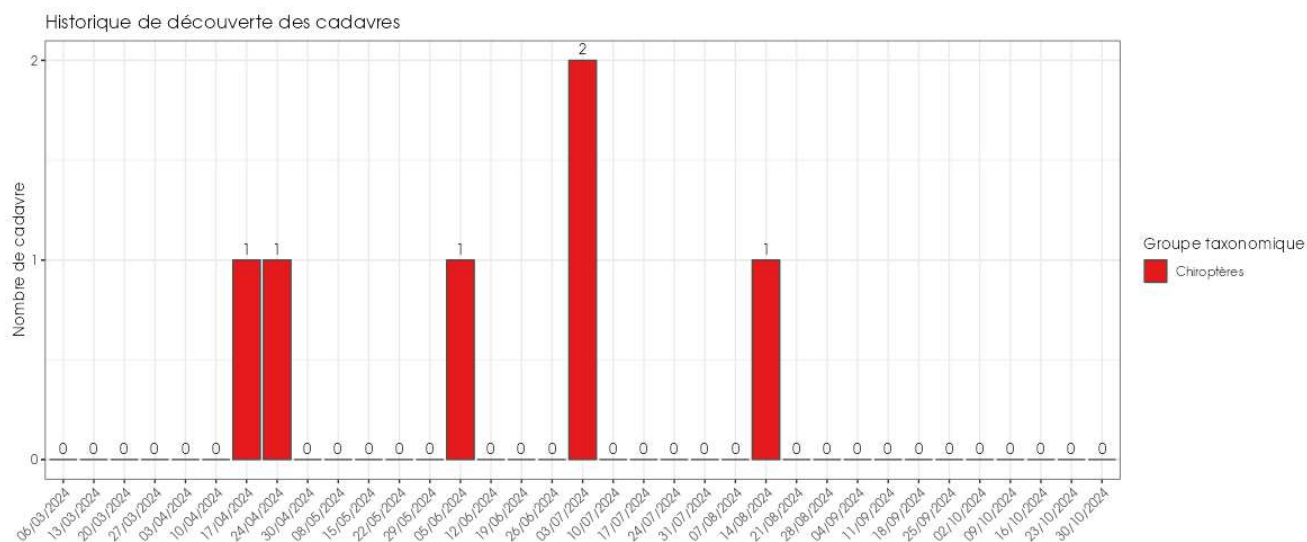


Figure 64 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Les Penages

Le nombre global de cadavres de chiroptères découverts durant le suivi de mortalité est non négligeable (n=6). Les découvertes se sont déroulées de la mi-avril à mi-août de manière plutôt homogène sur cette période.

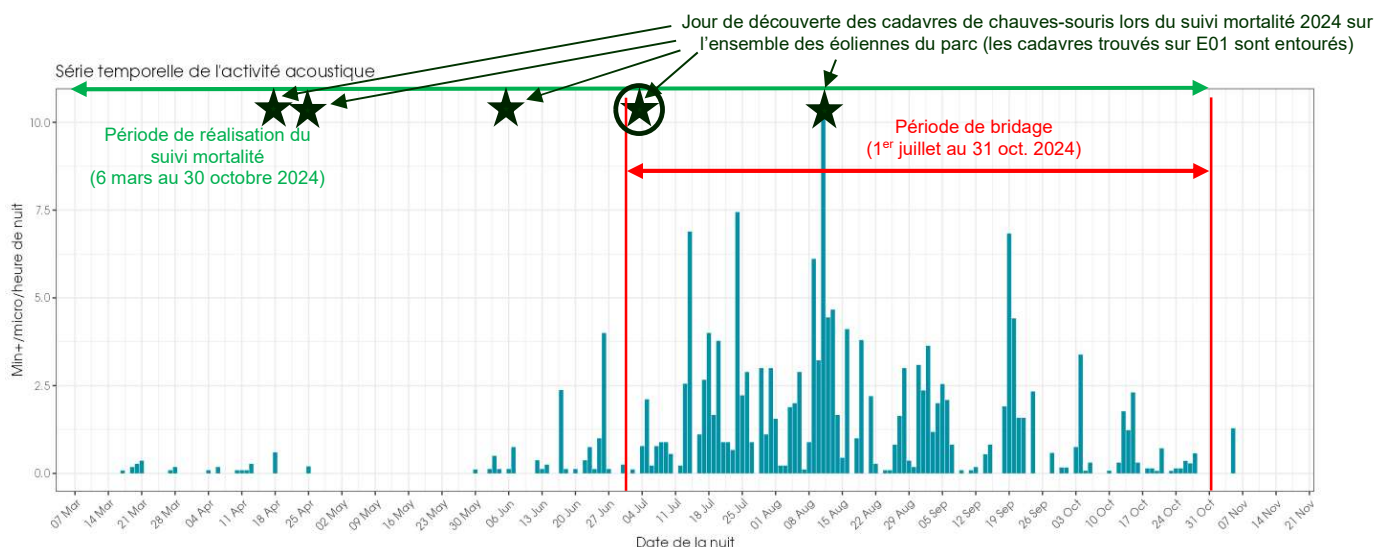


Figure 65 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E01 sur la période de réalisation du suivi mortalité

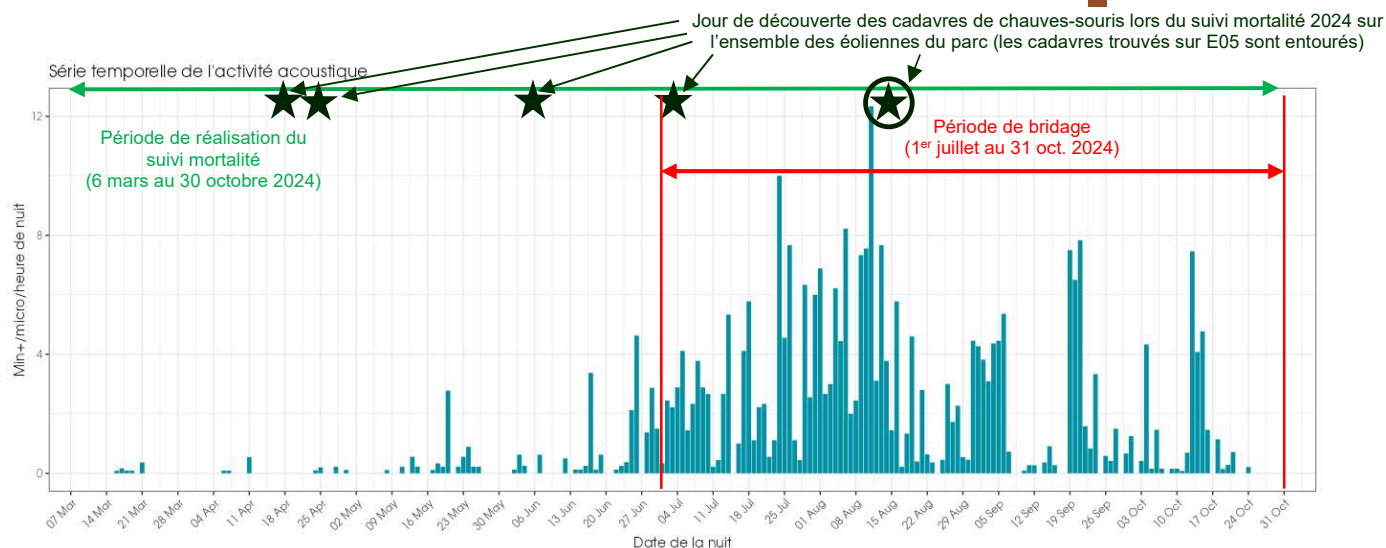


Figure 66 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E05 sur la période de réalisation du suivi mortalité

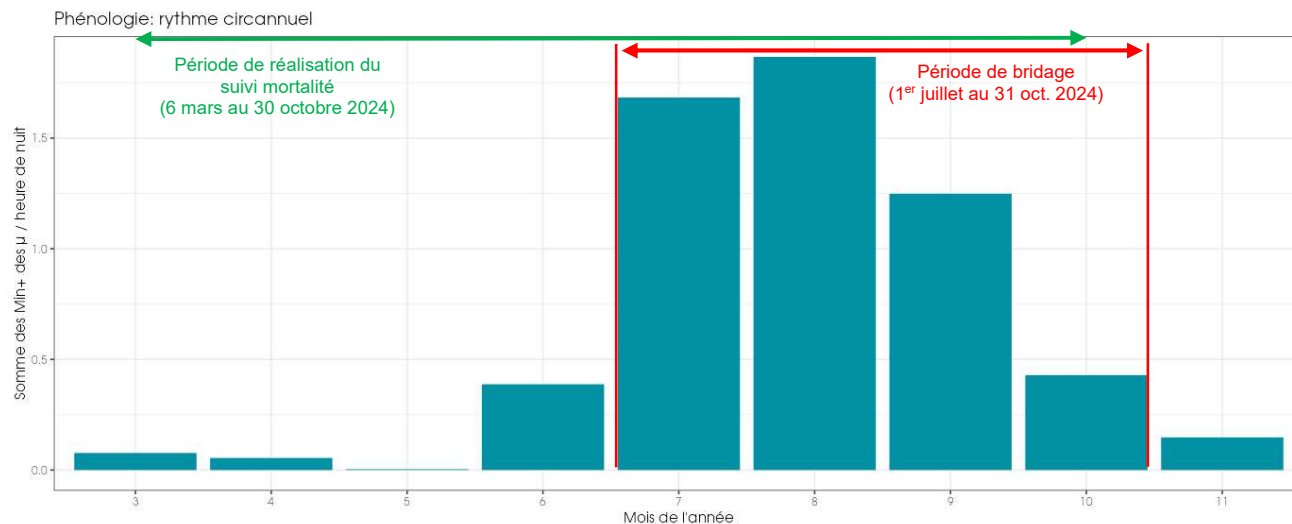


Figure 67 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E01 des Penages sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024

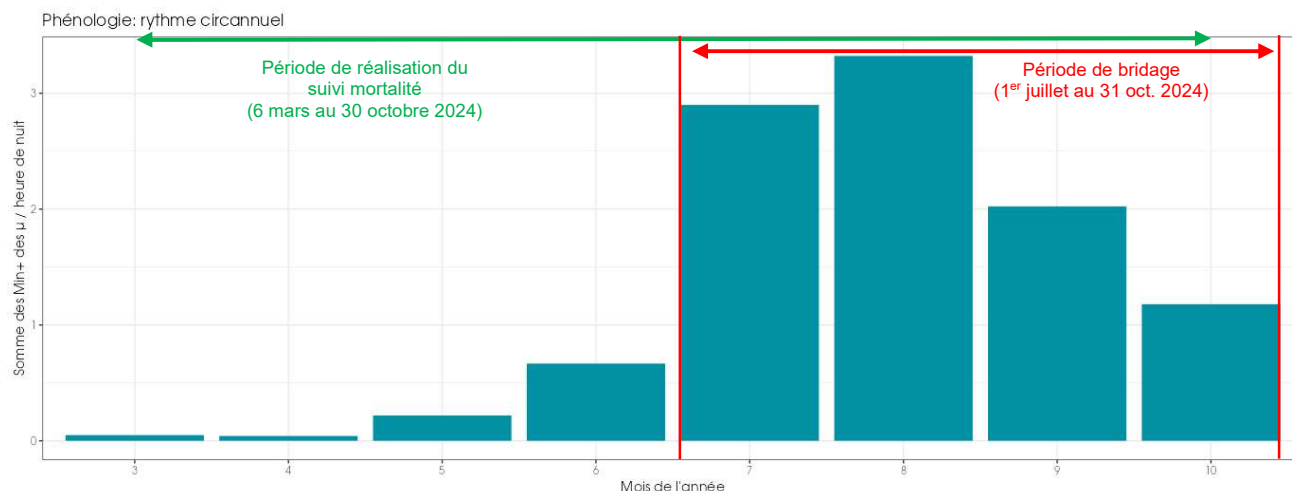


Figure 68 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E05 des Penages sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024

En 2024, on observe une activité des chauves-souris en altitude entre mars et novembre. Que ce soit au niveau des éoliennes E01 ou E05, peu de contacts en altitude sur ce parc ont été constatés de mars à mi-mai. Les pics d'activité les plus importants ont été observés durant les périodes estivales et automnales, soit au cours des mois de juillet à octobre. L'activité maximale est plus précisément atteinte sur le mois d'août (début août).

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 (mars-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 concordent relativement bien. En effet, la moitié des découvertes de cadavres de chauves-souris (3) ont bien eu lieu au cours des mois de juillet et d'août. Il est probable que la mise en place du bridage à cette période de l'année a permis d'atténuer l'impact du parc sur ce groupe. On constate en revanche que l'autre moitié des chauves-souris retrouvées (3) l'ont été en début de saison (avril et juin) sur une période d'activité moindre certes mais en l'absence de bridage du parc. On note enfin que lors du pic d'activité des chauves-souris enregistré début août 2024 au niveau des deux éoliennes équipées qu'une découverte de chauves-souris a été réalisée.

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

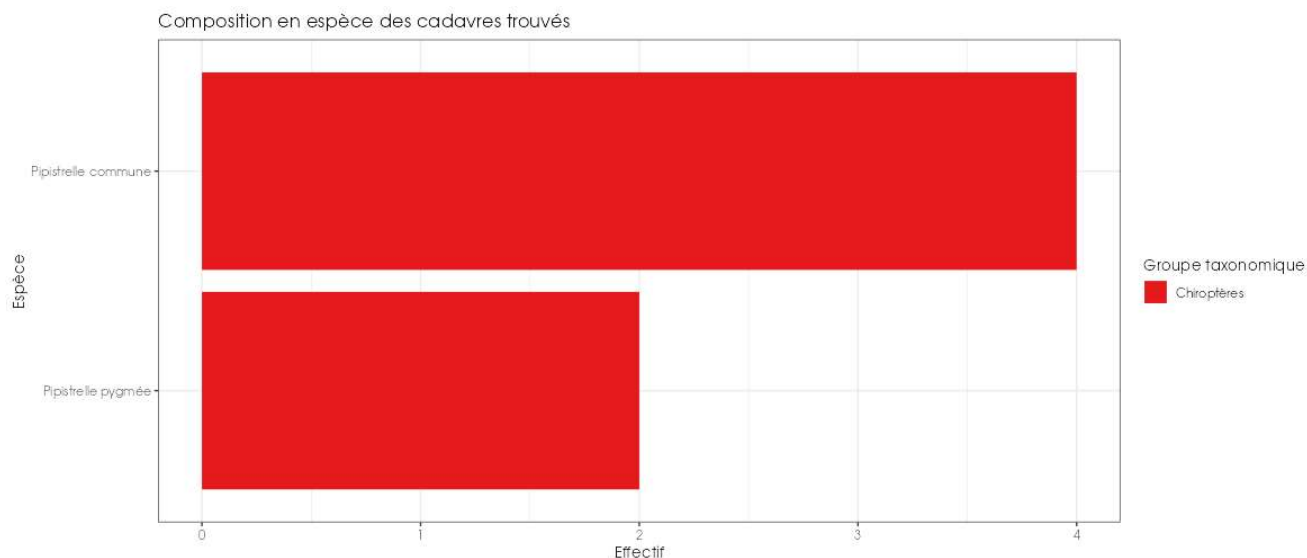


Figure 69 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Les Penages

Pour le suivi de mortalité, les observations ont principalement concerné la Pipistrelle commune (n=4), répartie d'avril à juillet, et la Pipistrelle pygmée (n=2), observée en avril et en août.

Tableau 57 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 75 m au niveau de l'éolienne E01

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>	4	<0,1%	1	<0,1%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	1 652	39,1%	806	37,1%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	351	8,3%	249	11,5%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	9	0,2%	7	0,3%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	1 006	23,8%	552	25,4%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	886	21%	399	18,4%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i> .	316	7,5%	156	7,2%
Total	4 224	-	2 170	-

Tableau 58 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 75 m au niveau de l'éolienne E05

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	10	0,1%	4	0,1%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	3 669	48,1%	1 604	42,6%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	1 119	14,7%	715	19,0%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	795	10,4%	374	9,9%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i>	785	10,3%	281	7,5%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	13	0,2%	12	0,3%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	1 239	16,2%	773	20,5%
Total	7 630	-	3 763	-

Pour le suivi acoustique, les espèces les plus fréquemment contactées en altitude sont la Noctule commune (37,1% des « minutes positives » pour E01 et 42,6% pour E05), suivie du couple d'espèces Sérotine commune / Noctules indéterminées (25,4% des « minutes positives » pour E01 et 20,5% pour E05) et de la Pipistrelle commune (18,4% des « minutes positives » pour E01) ou de la Noctule de Leisler (19,0% des « minutes positives » pour E05). Moins de 1% des contacts ont été rattachés à la Sérotine commune, au Grand Murin et à la Barbastelle d'Europe.

On note que la Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*) est absente du cortège d'espèce contacté lors du suivi acoustique en nacelle. A ce titre, deux éléments peuvent être avancés pour expliquer cette incohérence :

- Le recouvrement acoustique de la Pipistrelle commune et de la Pipistrelle pygmée rend difficile l'identification de la seconde. Ainsi, en l'absence de signaux caractéristiques de la Pipistrelle pygmée, l'ensemble des contacts ont été identifiés comme de la Pipistrelle commune.
- L'identification visuelle des cadavres peut parfois s'avérer complexe suivant leur état. Une éventuelle erreur d'identification peut ainsi avoir eu lieu.

La principale espèce découverte dans le cadre du suivi mortalité a également été détectée lors du suivi acoustique (Pipistrelle commune dans le cas présent). L'observation d'une mortalité de la Pipistrelle pygmée suggère que certains contacts de l'espèce sont passés inaperçus au sein des contacts de Pipistrelle commune. A l'inverse, l'espèce la plus contactée lors du suivi acoustique (Noctule commune) n'a pas fait l'objet de découverte durant le suivi mortalité.

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

Sur la période de suivi de l'activité en altitude en 2024, que ce soit au niveau des éolienne E01 ou E05, 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 par ailleurs une activité importante en fin de nuit entre début juillet et début août.

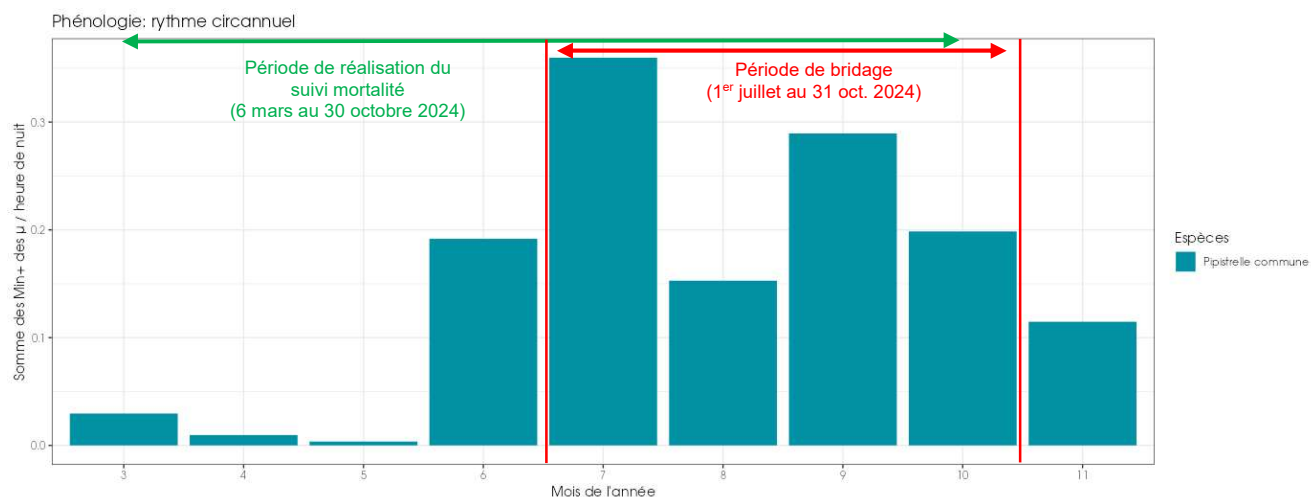
■ **Pipistrelle commune**

Figure 70 : Eolienne E01 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune en altitude en 2024

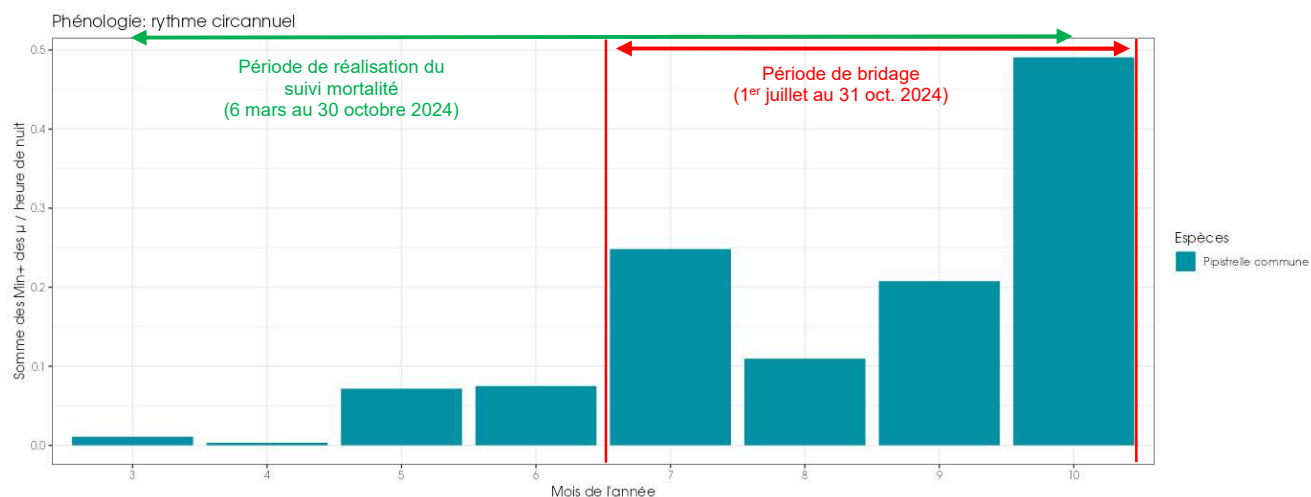


Figure 71 : Eolienne E05 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune en altitude en 2024

Le bilan de la phénologie des découvertes de cadavres est présenté dans le tableau ci-dessous (Tableau 59 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces).

Tableau 59 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces

Date	17/04	24/04	05/06	03/07	14/08	Total général
Période	Migration printanière		Mise-bas et élevage des jeunes		Migration automnale	
Bridage	Absence de bridage			Bridage actif		
Pipistrelle commune	1		1	2		4
Pipistrelle pygmée		1			1	2
Total général	1	1	1	2	1	6

2.5.4.1 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 commune, l'espèce la plus souvent contactée en altitude, n'a été observé.

Il est probable que d'une part la garde au sol basse (25 m) constitue un facteur aggravant impactant les individus volant à faible altitude, non pris en compte dans la présente étude acoustique en altitude. Mais d'autre part, la période de bridage ne débutant qu'à partir de début juillet peut également avoir un effet sur les espèces volants notamment sur les mois d'avril à juin.

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. On notera par ailleurs que lors des écoutes au sol, la Pipistrelle commune est également l'espèce la plus contactée sur l'ensemble des périodes suivies. En altitude, l'absence de contacts identifiés comme typique de la Pipistrelle pygmée s'explique par la difficulté à les distinguer avec les cris situés dans la gamme de fréquence haute de la Pipistrelle commune. A ce titre, certains contacts auraient pu être classés au sein du groupe Pipistrelle commune / pygmée.

Au niveau phénologie, la découverte échelonnée des cadavres notamment de Pipistrelle commune et de Pipistrelle pygmée tout au long du suivi de mortalité correspondent à une activité acoustique (identifiée comme Pipistrelle commune) enregistrée en continue tout au long de la période de suivi.

Sur les 6 chiroptères retrouvés durant le suivi de mortalité, trois cadavres ont été retrouvés au niveau des éoliennes E01 ou E05 équipées chacune d'un enregistreur automatisé, ce qui conforte le croisement des informations.

Limites du croisement des informations des suivis mortalité et acoustique : La comparaison des données acoustiques issues de deux éoliennes dans le cas présent (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.

2.5.5 Evaluation de l'efficacité du bridage chiroptère en fonctionnement

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

Pour cette analyse, nous avons fait le choix de regrouper les observations de Pipistrelle de Nathusius avec le groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius.

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

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

Tableau 60 : Paramètre de bridage conventionnel pour le parc éolien de Les Penages

Période	Du 1er juillet au 31 octobre
Eoliennes concernées	Toutes les turbines
Vitesse de vent nacelle (m/s)	< 6 m/s
Température ambiante nacelle (°C)	> 12°C
Période de la nuit pour les éoliennes concernées	Périodes nocturnes (du coucher au lever du soleil)

Les résultats de l'évaluation des paramètres de bridage actuellement mise en œuvre sur les données d'activité enregistrées au niveau des éoliennes E01 et E05 du parc de Les Penages en 2024 sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 61 : Comparaison d'efficacité du bridage mis en place à partir des données cumulées des éoliennes E01 et E05 de 2024 en minute positive

	Sur la période de bridage définie dans l'arrêté préfectoral (du 1 ^{er} juillet au 31 octobre)	Sur la totalité de la période d'écoute de 2024 (du 6 mars au 9 novembre)
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} juillet au 31 octobre	Du 1 ^{er} juillet au 31 octobre
Seuil de température	Par des températures supérieures à <u>12°C</u>	Par des températures supérieures à <u>12°C</u>
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures à <u>6 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures à <u>6 m/s</u>
Nombre d'heures durant la nuit	Du coucher au lever du soleil	Du coucher au lever du soleil
	Evaluation du bridage de l'arrêté préfectoral avec les données 2024 des éoliennes E01 et E05 sur la période indiquée	Evaluation du bridage de l'arrêté préfectoral avec les données 2024 des éoliennes E01 et E05 sur l'ensemble de la période d'activité
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	88%	81,5%
Nombre de minute positive restant à risque	659 minutes sur 4 823 toutes espèces confondues pour les éoliennes E01 et E05.	1 098 minutes sur 5 921 toutes espèces confondues pour les éoliennes E01 et E05.
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	91,7%	87,2%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	76 minutes sur 913 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	123 minutes sur 960 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.
Proportion d'activité des Noctules communes (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	87%	83%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	298 minutes sur 2 298 minutes de présence des Noctules communes pour les éoliennes E01 et E05.	410 minutes sur 2 410 minutes de présence des Noctules communes pour les éoliennes E01 et E05.
Proportion d'activité de Pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	88,3%	76,1%
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	121 minutes sur 1 036 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	288 minutes sur 1 203 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.

Le bridage actuel montre un taux de couverture de l'activité toutes espèces confondues proche de 81,5% sur l'ensemble de la période d'activité en 2024. Concernant les deux principales espèces contactées, on observe une couverture de 83% pour la Noctule commune et 87,2% pour la Noctule de Leisler. Enfin, le groupe des Pipistrelles est couvert à seulement 76,1% sur l'ensemble de la période d'activité. En revanche, l'analyse sur la période spécifique de bridage (1^{er} juillet au 31 octobre) montre des résultats plutôt satisfaisants. On note toutefois qu'un peu plus de la moitié des minutes positives restant à risques concerne les Noctules.

2.5.6 Suivi du comportement des oiseaux

Le suivi de l'activité des oiseaux ciblé notamment 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 février à novembre 2024. Ce suivi met en avant le fait qu'en période de nidification, le Busard Saint-Martin et le Busard des roseaux utilisent régulièrement le site. Le Busard cendré utilise également le site en période de nidification mais de manière plus ponctuelle.

Ce suivi a également permis de repérer un territoire de reproduction du Busard Saint-Martin dans la partie sud de l'aire d'étude, à proximité de l'éolienne E05.

Nous avons aussi pu constater que l'ensemble du parc était régulièrement utilisé par les busards et notamment les parcelles céréalières (Blé et Orge). Ce type d'occupation des sols est en effet favorable au développement des micromammifères.

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.

2.5.7 Autres facteurs d'impact

Avant le repowering, la garde au sol des éoliennes était de 35 m. À la suite du repowering et à la modification des caractéristiques des éoliennes installées, cette garde basse est aujourd'hui de 25 m. Il est probable que la garde au sol basse constitue un facteur aggravant impactant les individus volant à faible altitude également. Cette garde basse constitue donc une modification dans le risque de collision.

3 Mesures correctives et conclusion

3.1 Mesures correctives

3.1.1 Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique

Dans le cas du parc de Les Penages, un bridage des éoliennes a été mis en œuvre en 2023. Au regard des résultats 2024, ce bridage n'est pas complètement adapté aux conditions et à l'activité des chiroptères au niveau des éoliennes E01 et E05 ; il apparaît nécessaire de le modifier. Ce bridage a été mis en place entre le 1^{er} juillet et le 31 octobre 2023, avec les paramètres suivants :

- Du 1^{er} juillet au 31 octobre : Vent : < 6m/s ; Température : > 12°C ; Du coucher au lever du soleil.

L'application de ces paramètres sur les résultats de 2024 font apparaître **un niveau de protection jugé insuffisant** (cf. Tableau 61) avec **81,5% de l'activité chiroptérologique préservée** sur l'ensemble des données des éoliennes E01 et E05. On note par ailleurs que le **nombre de minutes positives à risque reste très élevé** avec 1 098 min+ cumulées pour les deux éoliennes. Parmi ces minutes à risque, environ 40% de celles-ci ont été enregistrées en dehors des périodes de bridage (avant le 1^{er} juillet ou après le 31 octobre).

Par ailleurs, 6 cadavres appartenant à 2 espèces de chiroptères ont été découverts sur le parc éolien de Les Penages. Il s'agit de 4 cadavres de Pipistrelle commune (1 en période de migration printanière et 3 en période de mise bas et d'élevage des jeunes) et 2 cadavres de Pipistrelle pygmée (1 période de migration printanière et 1 en période de migration automnale). Néanmoins, aucun cadavre de Noctule commune n'a été trouvé (espèce menacée présente et susceptible d'être impactée par le parc éolien de Les Penages).

Scénario 1

Dans un premier temps, un nouveau bridage a donc été conçu pour couvrir l'activité chiroptérologique sur une période plus large en ajoutant au bridage la phase phénologique de migration printanière et le début de la période de mise-bas et d'élevage des jeunes (cf. Tableau 62). Celui-ci reprend les paramètres météorologiques appliqués au cours de l'année 2023 :

- Du 1^{er} avril au 30 juin : Vent : < 6m/s ; Température : > 12°C ; Du coucher au lever du soleil ;
- Du 1^{er} juillet au 31 octobre : Vent : < 6m/s ; Température : > 12°C ; Du coucher au lever du soleil.

L'application de ces nouveaux paramètres sur les résultats de 2024 font apparaître **un niveau de protection jugé presque suffisant** en termes de pourcentage de couverture (cf. Tableau 62) avec **87% de l'activité chiroptérologique préservée** sur l'ensemble des données des éoliennes E01 et E05. On note cependant que le **nombre de minutes positives à risque reste très élevé** avec 772 min+ cumulées pour les deux éoliennes, dont 321 min+ qui concernent la Noctule commune.

Scénario 2

Dans un second temps, un nouveau bridage a donc été conçu pour couvrir également l'activité chiroptérologique au printemps/début de la période de mise-bas et d'élevage des jeunes et limiter le nombre de minutes positives à risques lors des périodes de mise bas et d'élevage de jeunes ainsi que de la migration automnale (cf. Tableau 63). Ce bridage comprend les paramètres suivants :

- Du 1^{er} avril au 31 mai : Vent : < 6m/s ; Température : > 12°C ; Du coucher au lever du soleil ;
- Du 1^{er} juin au 31 octobre : Vent : < 6,5m/s ; Température : > 12°C ; Du coucher au lever du soleil.

L'application de ces nouveaux paramètres sur les résultats de 2024 font apparaître **un niveau de protection jugé plus acceptable** au regard du nombre de minutes positives laissées à risque (cf. Tableau 63). L'application de ces paramètres sur les données de 2024 indique que **92,5% de l'activité chiroptérologique est préservée** sur l'ensemble des données des éoliennes E01 et E05. Le **nombre de minutes positives** est alors de 447min+ (cumulées pour les deux éoliennes), dont 175 min+ qui concernent la Noctule commune.

Scénario 3

Dans un troisième temps, un nouveau bridage a été conçu à une échelle plus fine afin de couvrir également l'activité chiroptérologique au printemps/début de la période de mise-bas et d'élevage des jeunes et limiter le nombre de minutes positives à risques lors des périodes de mise bas et d'élevage de jeunes ainsi que de la migration automnale (cf. Tableau 63). Contrairement au deuxième scénario, ce bridage s'adapte également plus précisément aux températures enregistrés pour chaque mois. Ce bridage comprend les paramètres suivants :

- Du 1^{er} au 30 avril : Vent : < 3 m/s ; Température : > 10°C ; Du coucher au lever du soleil ;
- Du 1^{er} au 31 mai : Vent : < 4 m/s ; Température : > 12°C ; Du coucher au lever du soleil.
- Du 1^{er} juin au 30 juin : Vent : < 5 m/s ; température : > 13°C ; Du coucher au lever du soleil ;
- Du 1^{er} juillet au 31 juillet : Vent : < 6 m/s ; température : > 13°C ; Du coucher au lever du soleil ;
- Du 1^{er} au 31 août : Vent : < 6,5 m/s ; température : > 13°C ; Du coucher au lever du soleil ;
- Du 1^{er} au 30 septembre : Vent : < 6,5 m/s ; température : > 12°C ; Du coucher au lever du soleil ;
- Du 1^{er} au 31 octobre : Vent : < 6 m/s ; température : > 12°C ; Du coucher au lever du soleil.

L'application de ces nouveaux paramètres sur les résultats de 2024 font apparaître **un niveau de protection jugé plus acceptable** au regard du nombre de minutes positives laissées à risque (cf. Tableau 64). L'application de ces paramètres sur les données de 2024 indique que **90,8% de le l'activité chiroptérologique est préservée** sur l'ensemble des données des éoliennes E01 et E05. Le **nombre de minutes positives** est alors de 547 min⁺ (cumulées pour les deux éoliennes), dont 208 min⁺ qui concernent la Noctule commune.

Remarque importante : La précision des périodes utilisés (à l'échelle du mois aux lieu des saisons habituellement utilisé) diminue d'une part la taille des échantillons, ce qui réduit la significativité des pourcentages de couverture, et diminue d'autre part sont efficacité vis-à-vis de la variabilité interannuelle. Autrement dit, ce bridage couvre une part acceptable de l'activité des chiroptères en 2024 mais peut s'avérer moins efficace d'une année sur l'autre. Au regard de la couverture des deux espèces de Noctules au cours du moins juin, une forte activité à cette période sur une année présentant des conditions météorologiques favorables pourraient par exemple diminuer significativement l'efficacité du bridage proposé ci-dessus.

Tableau 62 : Premier scénario de bridage spécifique des éoliennes pour le parc de Les Penages pour 2024, au regard des résultats cumulés des éoliennes E01 et E05

	Période n°1	Période n°2	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 6 mars au 9 novembre)
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} avril au 30 juin	Du 1 ^{er} juillet au 31 octobre	Du 1 ^{er} avril au 31 octobre
Seuil de température	Par des températures supérieures à 12°C		Par des températures supérieures à 12°C
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures à <u>6 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures à <u>6 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures à <u>6 m/s</u>
Nombre d'heures durant la nuit	Du coucher au lever du soleil		Du coucher au lever du soleil
	Evaluation du scénario de bridage sur les données 2024 pour chacune des périodes		Evaluation sur l'ensemble du suivi en altitude (mars à novembre) et pour les deux éoliennes
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	81,9%	88%	87%
Nombre de minute positive restant à risque	72 minutes sur 398 toutes espèces confondues pour les éoliennes E01 et E05.	659 minutes sur 5 482 toutes espèces confondues pour les éoliennes E01 et E05.	772 minutes sur 5 921 toutes espèces confondues pour les éoliennes E01 et E05.
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	72,5%	91,7%	90,2%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	11 minutes sur 40 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	76 minutes sur 913 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	94 minutes sur 960 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.
Proportion d'activité des Noctules communes (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	83,2%	87%	86,7%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	18 minutes sur 107 minutes de présence des Noctules communes pour les éoliennes E01 et E05.	298 minutes sur 2 298 minutes de présence des Noctules communes pour les éoliennes E01 et E05.	321 minutes sur 2 410 minutes de présence des Noctules communes pour les éoliennes E01 et E05.
Proportion d'activité de Pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	86,5%	88,3%	86,2%
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	19 minutes sur 141 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	121 minutes sur 1 036 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	166 minutes sur 1 203 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.

Tableau 63 : Deuxième scénario de bridage spécifique des éoliennes pour le parc de Les Penages pour 2024, au regard des résultats cumulés des éoliennes E01 et E05

	Période n°1	Période n°2	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 6 mars au 9 novembre)
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} avril au 31 mai	Du 1 ^{er} juin au 31 octobre	Du 1 ^{er} avril au 31 octobre
Seuil de température	Par des températures supérieures à 12°C		Par des températures supérieures à 12°C
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures à <u>6 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures à <u>6,5 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures à <u>6 m/s du 1^{er} avril au 31 mai</u> Par des vitesses de vents inférieures à <u>6,5 m/s du 1^{er} juin au 31 octobre</u>
Nombre d'heures durant la nuit	Du coucher au lever du soleil		Du coucher au lever du soleil
	Evaluation du scénario de bridage sur les données 2024 des deux éoliennes (E01 et E05) pour chacune des périodes		Evaluation sur l'ensemble du suivi en altitude (mars à novembre) et pour les deux éoliennes
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	84%	93,3%	92,5%
Nombre de minute positive restant à risque	16 minutes sur 100 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E01 et E05	394 minutes sur 5 780 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E01 et E05	447 minutes sur 5 921 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E01 et E05
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	100%	95,7%	95,1%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	0 minute sur 100 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	40 minutes sur 938 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	47 minutes sur 960 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.
Proportion d'activité des Noctules communes (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	96,6%	92,9%	92,7%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	1 minute sur 29 minutes de présence des Noctules communes pour les éoliennes E01 et E05.	169 minutes sur 2 376 minutes de présence des Noctules communes pour les éoliennes E01 et E05.	175 minutes sur 2 410 minutes de présence des Noctules communes pour les éoliennes E01 et E05.
Proportion d'activité de Pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	78,4%	93,6%	91,5%
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	8 minutes sur 37 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	68 minutes sur 1 140 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	102 minutes sur 1 203 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.

Tableau 64 : Troisième scénario de bridage spécifique des éoliennes pour le parc de Les Penages pour 2024, au regard des résultats cumulés des éoliennes E01 et E05

	Du 1 ^{er} au 30 avril	Du 1 ^{er} au 31 mai	Du 1 ^{er} au 30 juin	Du 1 ^{er} au 31 juillet	Du 1 ^{er} au 31 août	Du 1 ^{er} au 30 septembre	Du 1 ^{er} au 31 octobre	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 6 mars au 9 novembre)
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} au 30 avril	Du 1 ^{er} au 31 mai	Du 1 ^{er} au 30 juin	Du 1 ^{er} au 31 juillet	Du 1 ^{er} au 31 août	Du 1 ^{er} au 30 septembre	Du 1 ^{er} au 31 octobre	Du 1 ^{er} avril au 31 octobre
Seuil de température	Par des températures supérieures à 10°C	Par des températures supérieures à 12°C	Par des températures supérieures à 13°C	Par des températures supérieures à 13°C	Par des températures supérieures à 13°C	Par des températures supérieures à 12°C	Par des températures supérieures à 12°C	Par des températures supérieures à 10°C du 1^{er} avril au 30 avril Par des températures supérieures à 12°C du 1^{er} mai au 31 mai Par des températures supérieures à 13°C du 1^{er} juin au 31 août Par des températures supérieures à 12°C du 1^{er} septembre au 31 octobre
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures à 3 m/s	Par des vitesses de vents inférieures à 4 m/s	Par des vitesses de vents inférieures à 5 m/s	Par des vitesses de vents inférieures à 6 m/s	Par des vitesses de vents inférieures à 6,5 m/s	Par des vitesses de vents inférieures à 6,5 m/s	Par des vitesses de vents inférieures à 6 m/s	Par des vitesses de vents inférieures à 3 m/s du 1^{er} avril au 30 avril Par des vitesses de vents inférieures à 4 m/s du 1^{er} mai au 31 mai Par des vitesses de vents inférieures à 5 m/s du 1^{er} juin au 30 juin Par des vitesses de vents inférieures à 6 m/s du 1^{er} juillet au 31 juillet Par des vitesses de vents inférieures à 6,5 m/s du 1^{er} août au 30 septembre Par des vitesses de vents inférieures à 6 m/s du 1^{er} octobre au 31 octobre
Nombre d'heures durant la nuit	Du coucher au lever du soleil							Du coucher au lever du soleil
	Evaluation du scénario de bridage sur les données 2024 des deux éoliennes (E01 et E05) pour chacune des périodes							Evaluation sur l'ensemble du suivi en altitude (mars

	Du 1 ^{er} au 30 avril	Du 1 ^{er} au 31 mai	Du 1 ^{er} au 30 juin	Du 1 ^{er} au 31 juillet	Du 1 ^{er} au 31 août	Du 1 ^{er} au 30 septembre	Du 1 ^{er} au 31 octobre	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 6 mars au 9 novembre)
								à novembre) et pour les deux éoliennes
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	58,1%	82,6%	66,8%	94%	92%	92,5%	88,2%	90,0%
Nombre de minute positive restant à risque	13 minutes sur 31 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E01 et E05	12 minutes sur 69 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E01 et E05	99 minutes sur 298 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E01 et E05	93 minutes sur 1 549 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E01 et E05	164 minutes sur 2 040 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E01 et E05	98 minutes sur 1 299 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E01 et E05	70 minutes sur 594 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E01 et E05	590 minutes sur 5 921 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E01 et E05
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	50%	76,9%	36%	95,8%	95,5%	97,3%	86,5%	93,2%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	1 minute sur 2 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	3 minutes sur 13 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	16 minutes sur 25 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	13 minutes sur 311 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	12 minutes sur 264 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	8 minutes sur 301 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	5 minutes sur 32 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.	65 minutes sur 960 minutes de présence des Noctules de Leisler pour les éoliennes E01 et E05.
Proportion d'activité des Noctules communes (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	85,7%	100%	56,4%	91,9%	92,6%	92,2%	84,9%	90,7%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	1 minute sur 7 minutes de présence des Noctules communes pour les	Aucune minute sur 22 minutes de présence des Noctules communes pour les	34 minutes sur 78 minutes de présence des Noctules communes pour les	52 minutes sur 640 minutes de présence des Noctules communes pour les	77 minutes sur 1036 minutes de présence des Noctules communes pour les	40 minutes sur 516 minutes de présence des Noctules communes pour les	16 minutes sur 106 minutes de présence des Noctules communes pour les	225 minutes sur 2 410 minutes de présence des Noctules communes pour les éoliennes E01 et E05.

	Du 1 ^{er} au 30 avril	Du 1 ^{er} au 31 mai	Du 1 ^{er} au 30 juin	Du 1 ^{er} au 31 juillet	Du 1 ^{er} au 31 août	Du 1 ^{er} au 30 septembre	Du 1 ^{er} au 31 octobre	Total sur la période d'écoute de 2024 (du 6 mars au 9 novembre)
	éoliennes E01 et E05.	éoliennes E01 et E05.	éoliennes E01 et E05.	éoliennes E01 et E05.	éoliennes E01 et E05.	éoliennes E01 et E05.	éoliennes E01 et E05.	
Proportion d'activité de Pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	25%	76%	81,7%	97,2%	90,2%	87,5%	91,1%	87,7%
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	9 minutes sur 12 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	6 minutes sur 25 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	19 minutes sur 104 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	7 minutes sur 248 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	12 minutes sur 134 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	33 minutes sur 299 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	36 minutes sur 439 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.	148 minutes sur 1 203 minutes de présence des Pipistrelles communes pour les éoliennes E01 et E05.

3.1.2 Reconduction du suivi post implantation

Au regard de la modification des paramètres de bridage du parc de Les Penages, il sera nécessaire de poursuivre en 2025 le suivi mortalité ainsi que les écoutes en altitude sur la période S10 à S44 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 prédation 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 suivi réglementaire (S20-S43) et terminée selon la fin de la période de bridage du parc (S44), **2 passages par semaine pourraient être réalisés sur cette période**, à savoir de la semaine S20 à la semaine S44.

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

3.1.3 Entretien rigoureux des plateformes

Il est important que les plateformes des éoliennes ne soient pas attractantes pour le petit gibier de plaine, afin d'éviter d'attirer les prédateurs que sont les oiseaux de type « rapaces », espèces sensibles aux risques de collision. Afin d'éviter une telle attractivité, une fauche régulière devra être maintenue chaque année durant la totalité de fonctionnement du parc éolien de Les Penages (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). Cet entretien permettra également de faciliter la capacité de détection des observateurs lors des futurs suivis mortalité.

3.2 Conclusions

Le suivi mortalité réalisé en 2024 a mis en évidence 15 cadavres dont 9 oiseaux (8 espèces) et 6 chauves-souris (2 espèces) lors des 35 semaines de suivi mortalité qui s'étendait du 6 mars au 23 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 : céréales...). De plus, la persistance est très faible à l'échelle du parc, avec des temps moyens de persistance variant de 0,65 jours (E04) à 1,13 jours (E01). A ces coefficients correcteurs s'ajoute également le coefficient d'efficacité de recherche. Ainsi, les probabilités globales de détection calculées sont faibles voire très 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 (9 individus), il s'agit d'une part d'espèces locales (Alouette des champs, Bruant proyer, Faisan de Colchide...) ou bien migratrices/migratrices partielles ou en dispersion suite à la période de reproduction (Roitelet à triple bandeau, Faucon crécerelle, Goéland leucophaée) dont les dates de découverte coïncident avec le passage de ces espèces sur la région. Sur les 9 oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024, 4 correspondent à des espèces chassables comme l'Alouette des champs (1 individu), le Pigeon ramier (1 individu), le Faisan de Colchide (1 individu) et le Canard colvert (1 individu). On notera qu'une espèce d'oiseaux menacés a été retrouvée lors du suivi de 2024 : 1 individu de Goéland leucophaée. Au regard de cette observation mais également de l'estimation de la mortalité pour les oiseaux, l'impact du parc est significatif pour les oiseaux. En effet, l'estimation de la mortalité pour ce groupe est comprise entre 0 [0 ; 28] et 56 [19 ; 132] 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 brut Biotopie ; 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.

Par ailleurs, on constate au regard du suivi rapaces ciblé sur les busards réalisé en 2024 que l'aire d'étude des 1 km autour des éoliennes du parc est régulièrement utilisée par les Busards Saint-Martin et des roseaux en période de reproduction ; le Busard cendré utilise également le site à cette période de l'année mais de manière plus ponctuelle. Un nid a été repéré lors du suivi à 456 m au sud-ouest de l'éolienne E05. On notera qu'en fonction de l'assolement 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, le risque de collision pour les rapaces présents sur la zone semble se concentrer au moment de la dispersion des individus à la suite de la reproduction. L'observation de deux Faucons crécerelles lors du suivi mortalité 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} juillet au 31 octobre pour l'ensemble des 5 éoliennes que compose le parc. Au regard des résultats du suivi 2024 où 6 chauves-souris ont été retrouvées sur la période mi-avril à mi-août 2024 (4 Pipistrelles communes et 2 Pipistrelles pygmées), nous avons une estimation de mortalité selon les formules entre 14 [3 ; 37] et 17 [5 ; 49] chauves-souris par éolienne sur la période de suivi. Ces estimations sont supérieures à la gamme des données que l'on peut retrouver dans la bibliographie (environ 10 chauves-souris/éolienne/an) ou des référentiels estimés (4,5 chiroptères/éolienne/suivi pour le référentiel Biotopie contre 3,53 chiroptères /éolienne/suivi pour le référentiel Ouest'Am). On notera cependant 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 significatif pour les chiroptères au regard des estimations de mortalité. Encore une fois, ce sont en fait les résultats de la prédation ainsi que la non-prospection de certaines surfaces au cours du suivi qui engendre une forte augmentation de l'estimation de la mortalité. Par ailleurs, il est probable que la garde au sol basse (25 m) impacte des individus volant à faible altitude, non pris en compte dans le suivi acoustique. On notera que lors des écoutes au sol réalisées en 2024, la Pipistrelle commune est l'espèce la plus contactée par périodes suivies (périodes de migration printanière et automnale et période de mise-bas et d'élevage des jeunes).

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 (mars-mai), en période de mise-bas des chauves-souris (juin-juillet) et également en période de migration (août-octobre). Que ce soit au niveau des éoliennes E01 ou E05, peu de contacts en altitude sur ce parc ont été constatés de mars à mi-mai. Les pics d'activité les plus importants ont été observés durant les périodes estivales et automnales, soit au cours des mois de juillet à octobre.

Les écoutes en altitude sur l'année 2024 ont permis de déterminer que le bridage actuellement en place couvrirait 81,5 % de l'activité enregistrée durant la période de suivi soit du 6 mars au 9 novembre 2024 (soit 83% des Noctules communes et 76,1% 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 des éoliennes E01 et E05.

Au regard des résultats des suivis réalisés en 2024, un renforcement du bridage mis en place paraît indispensable notamment dans le but d'éviter un impact du parc sur les Noctules communes mais également sur l'activité générale des chauves-souris. Suite à l'analyse de l'activité acoustique en nacelle, trois scénarios de bridage, en ce sens, sont proposés pour limiter l'impact des éoliennes sur les chauves-souris en fonction des conditions météorologiques ; le premier permet de couvrir 87% de l'activité chiroptérologique, le second 92,5% et le troisième 90%.

Scénarios de bridage spécifique proposés			
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Période de mise en service du bridage	1 ^{er} avril au 31 octobre	Du 1 ^{er} avril au 31 octobre	Du 1 ^{er} avril au 31 octobre
Seuil de température	Supérieur à 12°C	Supérieur à 12°C	Supérieur à 10°C du 1 ^{er} au 30 avril Supérieur à 12°C du 1 ^{er} au 31 mai Supérieur à 13°C du 1 ^{er} juin au 31 août Supérieur à 12°C du 1 ^{er} septembre au 31 octobre
Seuil de vent	Inférieur à 6 m/s	Inférieur à 6 m/s du 1 ^{er} avril au 31 mai Inférieur à 6,5 m/s du 1 ^{er} juin au 31 octobre	Inférieur à 3 m/s du 1 ^{er} au 30 avril Inférieur à 4 m/s du 1 ^{er} au 31 mai Inférieur à 5 m/s du 1 ^{er} juin au 31 juin Inférieur à 6 m/s du 1 ^{er} juillet au 31 juillet Inférieur à 6,5 m/s du 1 ^{er} août au 30 septembre Inférieur à 6 m/s du 1 ^{er} au 31 octobre
Nombre d'heures durant la nuit	Du coucher au lever du soleil	Du coucher au lever du soleil	Du coucher au lever du soleil
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	87%	92,5%	90,0%
Proportion d'activité des Noctules communes (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	86,7%	92,7%	90,7%
Proportion d'activité de Pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	86,2%	91,5%	87,7%

Une fois le choix de bridage statué par l'exploitant du parc, 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.

Parmi les 3 scénarios de bridage proposés pour remplacer celui actuellement en place, les scénarios n°2 et 3 sont les plus satisfaisants, notamment car ils permettent d'atteindre le seuil de 90% des contacts de Noctule commune et de l'activité générale des chauves-souris couverts par le bridage. A noter toutefois que la période de juin est mieux couverte par le scénario 2 et que celui-ci est plus robuste face à la variabilité interannuelle.

Quelques soit le scénario envisagé, nous recommandons de débiter le suivi mortalité et le suivi en altitude à la même période qu'en 2024, soit à partir de début mars jusqu'à fin octobre 2025. En fonction des résultats, des ajustements ne sont pas à exclure. Par ailleurs, étant donné la forte prédation 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 notamment, nous recommandons de réaliser 2 passages par semaine sur cette période, à savoir de la semaine S14 à la semaine S44.

Bibliographie

- ④ ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. (2015). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, 544 p.
- ④ AKAIKE, Hirotugu. A new look at the statistical model identification. IEEE transactions on automatic control, 1974, vol. 19, no 6, p. 716-723. ANDRE, Y. 2004. - Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort. 20 p.
- ④ ARNETT E. B., ERICKSON W., KERNES J. & HORN J., 2005. – Relationship between bats and wind turbine in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. – Bats and Wind Energy Cooperative, 168 p.
- ④ ARNETT E. B., SCHIRMACHER M., HUSO M. & HAYES J., 2009. – Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. – Bats and Wind Energy Cooperative, 44 p.
- ④ ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021 - Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.
- ④ BAERWALD E. & BARCLAY R., 2009. – Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. – Journal of Mammalogy 90(6), p. 1341-1349.
- ④ BARATAUD, M. 2020. Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe. Identification des espèces, Etudes de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Museum National D'histoire Naturelle, Paris (Collection Inventaires et biodiversité), 344 P.
- ④ BARRIENTOS, Rafael, MARTINS, Ricardo C., ASCENSÃO, Fernando, et al. A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies. Biological conservation, 2018, vol. 222, p. 146-153.
- ④ BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p.
- ④ BORNER, L., DURIEZ, Olivier, BESNARD, A., et al. Bird collision with power lines: estimating carcass persistence and detection associated with ground search surveys. Ecosphere, 2017, vol. 8, no 11, p. e01966.
- ④ BROWN R. ET AL. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.
- ④ DALTHORP, D., MADSEN, L., HUSO, M., RABIE, P., WOLPERT, R., STUDYVIN, J., SIMONIS, J., and MINTZ, J., (2018), GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 7, chap. A2, 13 p., <https://doi.org/10.3133/tm7A2>.
- ④ DALTHORP, Daniel, HUSO, Manuela, DALTHORP, Mark, et al. Accounting for the Fraction of Carcasses outside the Searched Area and the Estimation of Bird and Bat Fatalities at Wind Energy Facilities. arXiv preprint arXiv:2201.10064, 2022.
- ④ DIETZ, C. ET VON HELVERSEN, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.
- ④ DOMÍNGUEZ DEL VALLE, Jon, CERVANTES PERALTA, Francisco, et 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.
- ④ DÜRR, T. (2024). Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe.
- ④ ERICKSON, W.P.; JOHSON, G.D.; STRICKLAND, M.; KRONNER, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.
- ④ FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.
- ④ FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.
- ④ 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
- ④ 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.
- ④ GROUPE CHIROPTÈRES DE LA SFEPM, 2016. Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres Actualisation 2016des recommandations SFEPM, Version 2.1(février2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 33 pages+ annexes

- HAQUART A., 2013 - Référentiel d'activité des chiroptères, éléments pour l'interprétation des dénombrements de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française : Biotope, École Pratique des Hautes Études, 99 p.
- HAQUART A., 2015. — ACTICHIRO, un référentiel pour l'interprétation des dénombrements de Chiroptères avec les méthodes acoustique en France. Symbiose (34-35): 1-9.
- HAQUART, A., BAS, Y., TRANCHARD, J. & LAGRANGE, H., 2012. Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mats de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. Présentation. In Rencontres nationales "chauves-souris" 2012.
- HARTER N. 2015. Eoliennes et mortalité des chiroptères : synthèse des résultats du suivi d'une quinzaine de parcs éoliens en Champagne-Ardenne. Rencontre chiroptères Grand-Est, Saint-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.
- KORNER-NIEVERGELT F, BEHR O, BRINKMANN R, ETTERSON MA, HUSO MM, DALTHORP D, KORNER-NIEVERGELT P, ROTH T and NIERMANN I (2015). "Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial." Wildlife Biology, pp. 30-43.
- KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN, R., NIERMANN, I. & BEHR, O. (2013). Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. PLoS ONE 8(7), e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997.
- KORNER-NIEVERGELT, F., KORNER-NIEVERGELT, P., BEHR, O., et al. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildlife Biology, vol. 17, no 4, p. 350-363.
- LABROSSE, A. (2009). Determining factors affecting carcass removal and searching efficiency during the post-construction monitoring of wind farms. University of Northern British Columbia.
- LAWSON M, JENNE D, THRSHER R, HOUCK D, WIMSATT J, STARW B, 2020 - An investigation into the potential for wind turbines to cause barotrauma in bats. LoS ONE 15(12) - <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242485>
- MARCHESI, P., BLANT, M. ET CAPT, S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.
- MATUTINI, F. 2014. Détermination de l'effort d'échantillonnage pour la réalisation d'inventaires chiroptérologiques 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.
- MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE (MEDDE), 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre, Novembre 2015, 40p.
- MITCHELL-JONES A.J., AMORI G., BOGDANOWICZ W., KRYŠTUFK B., REIJNDERS P.J.H., SPITZENBERGER F., STUBBE M., THISSEN J.B.M., VOHRÁLIK V. & ZIMA J., 1999 - The atlas of European mammals, Societas Europaea Mammalogica, Poyser National History, 484 p.
- NORDEX, 2003. Parc éolien des « Penages » communes de Moisy et Ouzouer-le-Doyen. 118 p + annexes.**
- PONCE, Carlos, ALONSO, Juan Carlos, ARGANDOÑA, Gonzalo, et al. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. Animal Conservation, 2010, vol. 13, no 6, p. 603-612.
- PREFECTURE DE LOIR-ET-CHER, 2020. Arrêté N° 41-2020-11-12-005 portant autorisation pour le renouvellement de l'installation de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent pour le parc éolien dénommé « Les Penages » sur les communes de Moisy et Ouzouer-le-Doyen (41), exploité par la SAS PELEIA 2. 10 p.**
- REYES, Gabriel A., RODRIGUEZ, Meredith J., LINDKE, Kenneth T., et al. Searcher efficiency and survey coverage affect precision of fatality estimates. The Journal of Wildlife Management, 2016, vol. 80, no 8, p. 1488-1496.
- RODRIGUES, L., BACH, L., DUBORG-SAVAGE, M. J., KARAPANDZA, B., KOVAC, D., KERVYIN, T., DEKKER, J, KEPEL, A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH, C., PARK, K., MICEVSKI, B. & MINDERMAN, J., 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- RUSS J., 2023. — Les chauves-souris par le son. Delachaux et Niestlé, 480 p.
- RYDELL, J, OTTVALL, R, PETTERSSON, S, & GREEN M. (2017) The effects of wind power on birds and bats, an updated synthesis report 2017, Swedish Environmental Protection Agency. ISBN 978-91-620-6791-5, ISSN 0282-7298, 129p.
- SAND, Camille-Amélie; NORMAND, Brice; KERBIRIOU, Christian; BARRÉ, Kévin; RAVACHE, Andreas. Suivis réglementaires de la mortalité dans les parcs éoliens : de l'analyse locale à l'approche intégrée. Sciences Eaux & Territoires, [S. l.], n. 46, p. article 8312, 2024. DOI: 10.20870/Revue-SET.2024.46.8312. Disponible en: <https://revue-set.fr/article/view/8312>. Accès en: 6 janv. 2025.
- SENS OF LIFE, 2019 - Suivi environnemental du parc éolien Les Penages - 5 éoliennes - Plaine de Beauce (41). 91 p.**
- SMALLWOOD, K. Shawn. Estimating wind turbine-caused bird mortality. The Journal of Wildlife Management, 2007, vol. 71, no 8, p. 2781-2791.

- ④ SVENSSON L. (2014). Le guide ornitho, le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé. 448 p.
- ④ TAPIERO A., 2017 – Plan national d'actions en faveur des chiroptères 2016-2025. FCEN. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. 83 p.
- ④ TEMPLE H.J. & TERRY, A. (coord.), 2007 - The Status and Distribution of European Mammals. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. viii + 48 p.
- ④ UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE FRANCE, MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFÈRES & OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE, 2017 - La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France, 15 p.

Sites Internet

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

5 Annexes

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

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne (m)
13/03/2024	E05	<i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758	Pigeon ramier	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	35
13/03/2024	E05	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	Faucon crécerelle	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	33
13/03/2024	E05	<i>Regulus ignicapilla</i> (Temminck, 1820)	Roitelet à triple bandeau	Frais	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	41
20/03/2024	E05	<i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758	Canard colvert	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	57
17/04/2024	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Pipistrelle commune	Frais	Adulte	Mâle	Barotraumatisme	3
24/04/2024	E03	<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)	Pipistrelle pygmée	Sec	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	5
29/05/2024	E01	<i>Alauda arvensis</i> Linnaeus, 1758	Alouette des champs	En décomposition	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	8
05/06/2024	E04	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Pipistrelle commune	Frais	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	19
05/06/2024	E05	<i>Emberiza calandra</i> Linnaeus, 1758	Bruant proyer	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	18
26/06/2024	E05	<i>Phasianus colchicus</i> Linnaeus, 1758	Faisan de Colchide	Frais	Adulte	Mâle	Collision avec mât	3
03/07/2024	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Pipistrelle commune	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	9
03/07/2024	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Pipistrelle commune	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	3
24/07/2024	E05	<i>Larus michahellis</i> Naumann, 1840	Goéland leucophée	Frais	Adulte	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post-collision	45
07/08/2024	E03	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	Faucon crécerelle	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage	47

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne (m)
							cadavre post-collision	
14/08/2024	E05	<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)	Pipistrelle pygmée	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	13

Annexe II : Rapport d'incidence envoyé à la DREAL



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

Fiche de Notification : Déclaration d'incident faune volante

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

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

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	24-25/07/2024
Rédacteur (Point contact administration)	BIOTOPE – Franck Leterme
Coordonnées de l'exploitant ICPE, titulaire des autorisations	<ul style="list-style-type: none"> Nom du parc tel que mentionné sur les arrêtés d'autorisation : Parc éolien dénommé « Les Pénages » N°ICPE OREOL : 0010011785
Localisation	<ul style="list-style-type: none"> Commune(s) : Ouzouer-le-Doyen, Moisy Département(s) : Loir-et-Cher (41)

2. Données brutes

Date de découverte	24/07/2024
Contexte de la découverte	Le ou les individus ont été découverts : <input checked="" type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental <input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

¹ Cocher la case dès que l'étape est réalisée



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

Qualité de la personne ayant découvert	Qualité : <input type="checkbox"/> Promeneur / Riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant (exploitant, maintenancier, paysagiste...) <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'étude environnemental <input type="checkbox"/> Autre, préciser : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Nom de la société le cas échéant : BIOTOPE
Informations sur l'individu	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1 individu en 2024 (objet de cette fiche incidence) • Type d'espèce identifiée : <input checked="" type="checkbox"/> Avifaune <input type="checkbox"/> Chiroptère • Espèce présumée : Nom commun : Goéland leucophée Nom scientifique : <i>Larus michahellis</i> (Naumann, 1840) Liste rouge nationale : LC : Préoccupation mineure (en période de reproduction) Liste locale ou régionale établie selon la méthodologie UICN : VU : Vulnérable (en période de reproduction)
Contexte de la découverte de l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) et identifiant OREOL : 0010011785_E5 • Estimation de la distance de/des individus par rapport à l'éolienne (en mètres) : 45 m <input type="checkbox"/> Information non disponible • Localisation de/des individus par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Sud-Est <input type="checkbox"/> Information non disponible • Estimation de la date de la mort de/des individus : Moins de 7 jours. <input type="checkbox"/> Information non disponible
Informations particulières relatives à l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Etat des individus découverts : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort sans blessure visible <input checked="" type="checkbox"/> Mort avec blessure visible <input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s) <input type="checkbox"/> Plumée <input type="checkbox"/> Information non disponible



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

<p>France Énergie Éolienne</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si individu mort, état du cadavre découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Frais <input checked="" type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Information non disponible • Individu bague : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé • N° bague : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Information non disponible
-----------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Analyse

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



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

	<p>Le système était-il programmé pour fonctionner au moment de l'incident ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></p> <p>Le système était-il effectivement en état de marche ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Décrire le dysfonctionnement : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></p> <p>La programmation du système était-elle adaptée ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Préciser les mesures correctives et améliorations possibles en parties 5 & 6</p>
<p>Contexte de l'incident, lorsque celui-ci peut être déterminé</p>	<ul style="list-style-type: none"> Contexte : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Travaux agricoles récents <input type="checkbox"/> Période de migration de l'espèce <input type="checkbox"/> Individu ou couple cantonné connu à proximité <input type="checkbox"/> Indéterminé <input checked="" type="checkbox"/> Autre ? Période de dispersion suite à la période de reproduction Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Chaume (hauteur : 10 cm / recouvrement : 90 %). Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette blessure / mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : / Hypothèse(s) avancée(s) : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage <input type="checkbox"/> Migrateur <input type="checkbox"/> Nicheur potentiel <input type="checkbox"/> Hivernant <input checked="" type="checkbox"/> Autre hypothèse, préciser : Individu en transit voire individu en alimentation sur le champ fraîchement moissonné
<p>Causes probables de l'incident</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Collision <input type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
<p>Causes profondes de l'incident</p>	<p>Collision probable lors du transit/alimentation de l'individu au niveau du parc des Penages.</p>



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

4. Autres commentaires

/

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

/

6. Enseignements tirés / améliorations réalisées ou envisagées

Cette découverte s'inscrit dans le cadre du suivi environnemental en cours sur ce parc éolien, un bilan sera fait à la fin du suivi.

7. Éléments complémentaires transmis

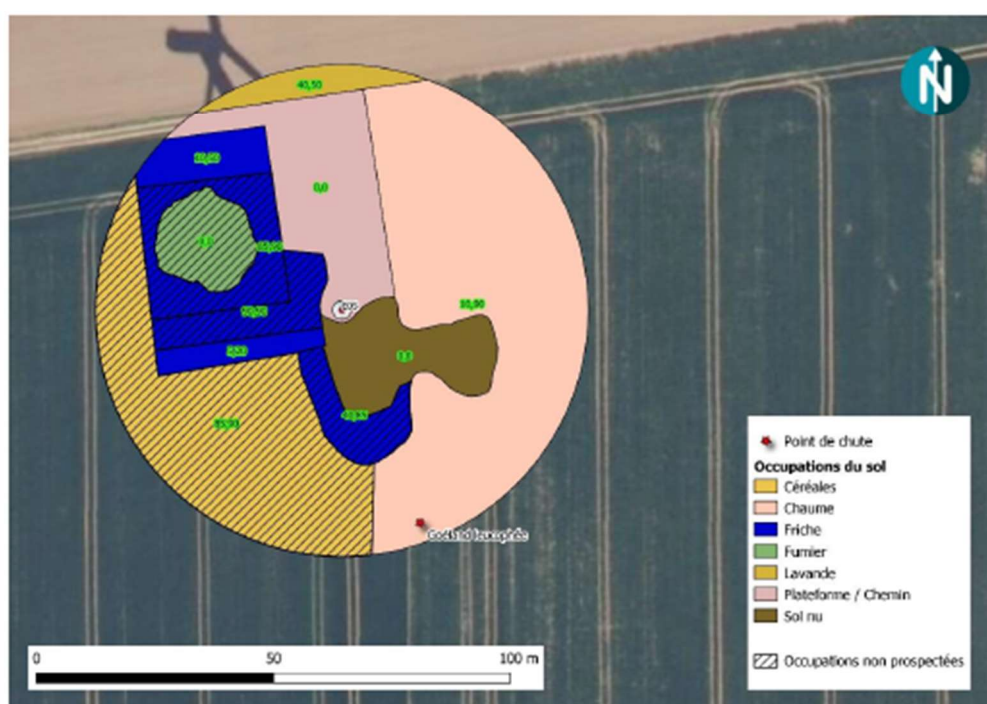
Joindre à cette fiche tout élément complémentaire utile à la compréhension et à l'analyse de l'incident, notamment :

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

² A transmettre dès la V1 de la présente fiche



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





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



Annexe III : Liste des oiseaux observés lors du suivi rapaces réalisé entre février et novembre 2024

En migration prénuptiale

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Statut migrateur Centre-Val de Loire	Effectif total
<i>Accipiter nisus</i>	Epervier d'Europe	-	Art. 3	LC	NA	MC	1
<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	-	-	LC	NA	MC	36
<i>Alectoris rufa</i>	Perdrix rouge	-	-	NT	-	-	4
<i>Anthus pratensis</i>	Pipit farlouse	-	Art. 3	LC	NA	MC	8
<i>Ardea alba</i>	Grande Aigrette	An. I	Art. 3	LC	-	MPC	1
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	-	Art. 3	LC	NA	MC	2
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	-	Art. 3	LC	NA	MC	32
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	-	Art. 3	LC	NA	MC	9
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	-	Art. 3	LC	NA	MC	24
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche	An. I	Art. 3	LC	NA	MPC	38
<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	An. I	Art. 3	LC	NA	MC	8
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	LC	NA	MC	23
<i>Columba livia f. urbica</i>	Pigeon biset domestique	-	-	LC	-	-	63
<i>Columba oenas</i>	Pigeon colombin	-	-	LC	NA	MPC	2
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	-	-	LC	NA	MC	505
<i>Corvus corone</i>	Corneille noire	-	-	LC	-	-	28
<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer	-	Art. 3	LC	-	MC	9
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NA	MC	27
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	-	Art. 3	LC	NA	MC	1
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	-	Art. 3	LC	DD	MC	1
<i>Linaria cannabina</i>	Linotte mélodieuse	-	Art. 3	LC	NA	MC	32
<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	-	Art. 3	LC	-	MC	12
<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière	-	Art. 3	LC	DD	MC	1
<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	-	Art. 3	LC	NA	-	2
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique	-	Art. 3	LC	NA	-	14
<i>Perdix perdix</i>	Perdrix grise	-	-	LC	-	-	5

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Statut migrateur Centre-Val de Loire	Effectif total
<i>Phasianus colchicus</i>	Faisan de Colchide	-	-	LC	-	-	8
<i>Pica pica</i>	Pie bavarde	-	-	LC	-	-	13
<i>Picus viridis</i>	Pic vert	-	Art. 3	LC	-	-	1
<i>Pluvialis apricaria</i>	Pluvier doré	An. I	-	LC	-	MC	91
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tourterelle turque	-	-	LC	NA	-	3
<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	-	-	LC	NA	-	44
<i>Turdus merula</i>	Merle noir	-	-	LC	NA	MC	1
<i>Vanallus vanellus</i>	Vanneau huppé	-	-	VU	NA	MC	144

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 ; VU : vulnérable.
- Liste rouge France : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) : NA : non applicable ; DD : données insuffisantes.
- Niveau de rareté Centre-Val de Loire (PERTHUIS, 2002). M : migrateur ; C : commun ; PC : peu commun.

En nidification

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Centre-Val de Loire (nicheur)	Effectif total
<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	-	-	LC	NT	NT	20
<i>Apus apus</i>	Martinet noir	-	Art. 3	NT	NT	LC	1
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	-	Art. 3	LC	LC	LC	5
<i>Burhinus oedichnemus</i>	Oedicnème criard	An. I	Art. 3	LC	LC	LC	2
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	-	Art. 3	LC	LC	LC	18
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	-	Art. 3	LC	VU	LC	4
<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	An. I	Art. 3	LC	NT	EN	30
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	LC	LC	NT	28
<i>Circus pygargus</i>	Busard cendré	An. I	Art. 3	LC	NT	VU	8
<i>Columba livia f. urbana</i>	Pigeon biset domestique	-	-	LC	DD	NE	1
<i>Columba oenas</i>	Pigeon colombin	-	-	LC	LC	LC	3
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	-	-	LC	LC	LC	59
<i>Corvus corone</i>	Corneille noire	-	-	LC	LC	LC	47
<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	An. I	Art. 3	LC	LC	NT	2
<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer	-	Art. 3	LC	LC	NT	9

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Centre-Val de Loire (nicheur)	Effectif total
<i>Emberiza schoeniclus</i>	Bruant des roseaux	-	Art. 3	LC	EN	VU	3
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NT	LC	23
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	-	Art. 3	LC	LC	LC	3
<i>Garrulus glandarius</i>	Geai des chênes	-	-	LC	LC	LC	1
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	-	Art. 3	LC	NT	LC	14
<i>Linaria cannabina</i>	Linotte mélodieuse	-	Art. 3	LC	VU	NT	9
<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	An. I	Art. 3	LC	LC	VU	1
<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	-	Art. 3	LC	LC	LC	12
<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière	-	Art. 3	LC	LC	LC	10
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Traquet motteux	-	Art. 3	LC	NT	NA	1
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique	-	Art. 3	LC	LC	LC	3
<i>Perdix perdix</i>	Perdrix grise	-	-	LC	LC	NT	3
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand Cormoran	-	Art. 3	LC	LC	NT	19
<i>Phasianus colchicus</i>	Faisan de Colchide	-	-	LC	LC	NE	10
<i>Pica pica</i>	Pie bavarde	-	-	LC	LC	LC	8
<i>Saxicola rubicola</i>	Tarier pâtre	-	Art. 3	LC	NT	LC	1
<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	-	-	LC	LC	LC	2
<i>Sylvia communis</i>	Fauvette grisette	-	Art. 3	LC	LC	LC	1
<i>Turdus merula</i>	Merle noir	-	-	LC	LC	LC	5
<i>Turdus viscivorus</i>	Grive draine	-	-	LC	LC	LC	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 ; NT : quasi menacé.
- Liste rouge France : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) : LC : préoccupation mineure ; NT : quasi menacé ; VU : vulnérable ; EN : en danger d'extinction ; DD : données insuffisantes.
- Liste rouge Centre-Val de Loire : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs (UICN, 2013) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure ; NE : non évalué ; NA : non applicable.

En migration postnuptiale

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Statut migrateur Centre-Val de Loire	Effectif total
<i>Accipiter nisus</i>	Epervier d'Europe	-	Art. 3	LC	NA	MC	1
<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	-	-	LC	NA	MC	35
<i>Anthus pratensis</i>	Pipit farlouse	-	Art. 3	LC	NA	MC	43
<i>Anthus spinoletta</i>	Pipit spioncelle	-	Art. 3	LC	NA	MPC	10
<i>Ardea alba</i>	Grande Aigrette	An. I	Art. 3	LC	-	MPC	10
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	-	Art. 3	LC	NA	MC	5
<i>Burhinus oedichnemus</i>	Oedicnème criard	An. I	Art. 3	LC	NA	-	1
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	-	Art. 3	LC	NA	MC	21
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	-	Art. 3	LC	NA	MC	27
<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	An. I	Art. 3	LC	NA	MC	10
<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	LC	NA	MC	8
<i>Columba livia f. urbica</i>	Pigeon biset domestique	-	-	LC	-	-	91
<i>Columba oenas</i>	Pigeon colombin	-	-	LC	NA	MPC	1
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	-	-	LC	NA	MC	90
<i>Corvus corone</i>	Corneille noire	-	-	LC	-	-	54
<i>Corvus frugilegus</i>	Corbeau freux	-	-	VU	-	MC	5
<i>Cyaniste caeruleus</i>	Mésange bleue	-	Art. 3	LC	NA	-	3
<i>Delichon urbicum</i>	Hirondelle de fenêtre	-	Art. 3	LC	DD	MC	30
<i>Falco subbuteo</i>	Faucon hobereau	-	Art. 3	LC	NA	MC	1
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NA	MC	28
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	-	Art. 3	LC	NA	MC	7
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	-	Art. 3	LC	DD	MC	130
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	-	Art. 3	LC	NA	MPC	3
<i>Larus michaellis</i>	Goéland leucopnée	-	Art. 3	LC	NA	MC	417
<i>Linaria cannabina</i>	Linotte mélodieuse	-	Art. 3	LC	NA	MC	92
<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	-	Art. 3	LC	-	MC	13
<i>Motacilla cinerea</i>	Bergeronnette des ruisseaux	-	Art. 3	LC	-	MPC	1

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Annexe 1 Directive Oiseaux	Statut de protection en France	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Statut migrateur Centre-Val de Loire	Effectif total
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Traquet motteux	-	Art. 3	LC	DD	MC	3
<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	-	Art. 3	LC	NA	-	4
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique	-	Art. 3	LC	NA	-	6
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand Cormoran	-	Art. 3	LC	NA	MC	3
<i>Phasianus colchicus</i>	Faisan de Colchide	-	-	LC	-	-	1
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir	-	Art. 3	LC	NA	MC	1
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce	-	Art. 3	LC	NA	MC	2
<i>Pica pica</i>	Pie bavarde	-	-	LC	-	-	7
<i>Picus viridis</i>	Pic vert	-	Art. 3	LC	-	-	1
<i>Pluvialis apricaria</i>	Pluvier doré	An. I	-	LC	-	MC	94
<i>Saxicola rubetra</i>	Tarier des prés	-	Art. 3	LC	DD	MC	2
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tourterelle turque	-	-	LC	NA	-	5
<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	-	-	LC	NA	-	593
<i>Turdus merula</i>	Merle noir	-	-	LC	NA	MC	2
<i>Vanallus vanellus</i>	Vanneau huppé	-	-	VU	NA	MC	688

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 ; VU : vulnérable.
- Liste rouge France : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) : NA : non applicable ; DD : données insuffisantes.
- Niveau de rareté Centre-Val de Loire (PERTHUIS, 2002). M : migrateur ; C : commun ; PC : peu commun.

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

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

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

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

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

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

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

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

Figure 72 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018

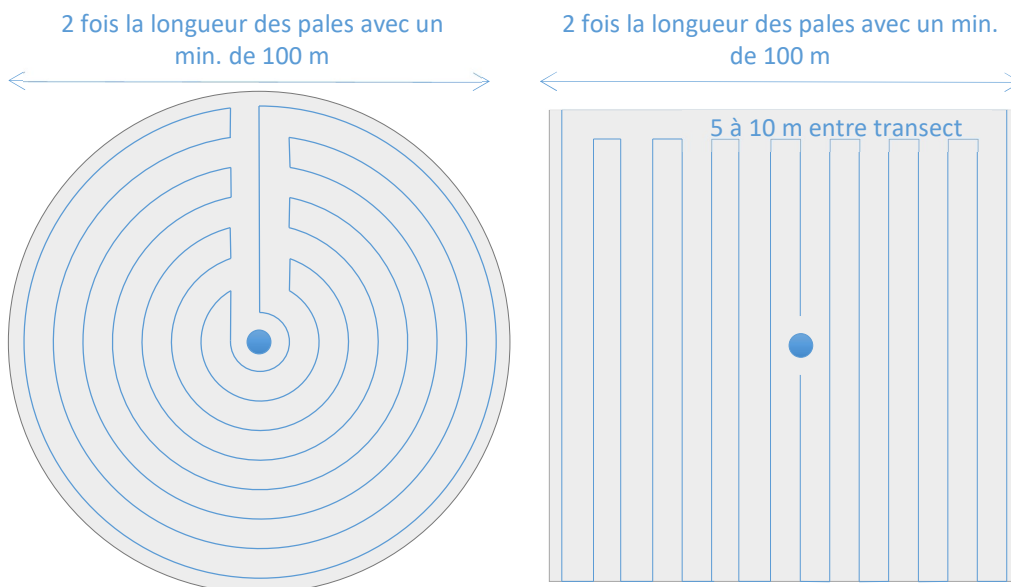


Figure 73 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018)

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

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

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

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

Le principe général des estimations par éolienne est le suivant :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

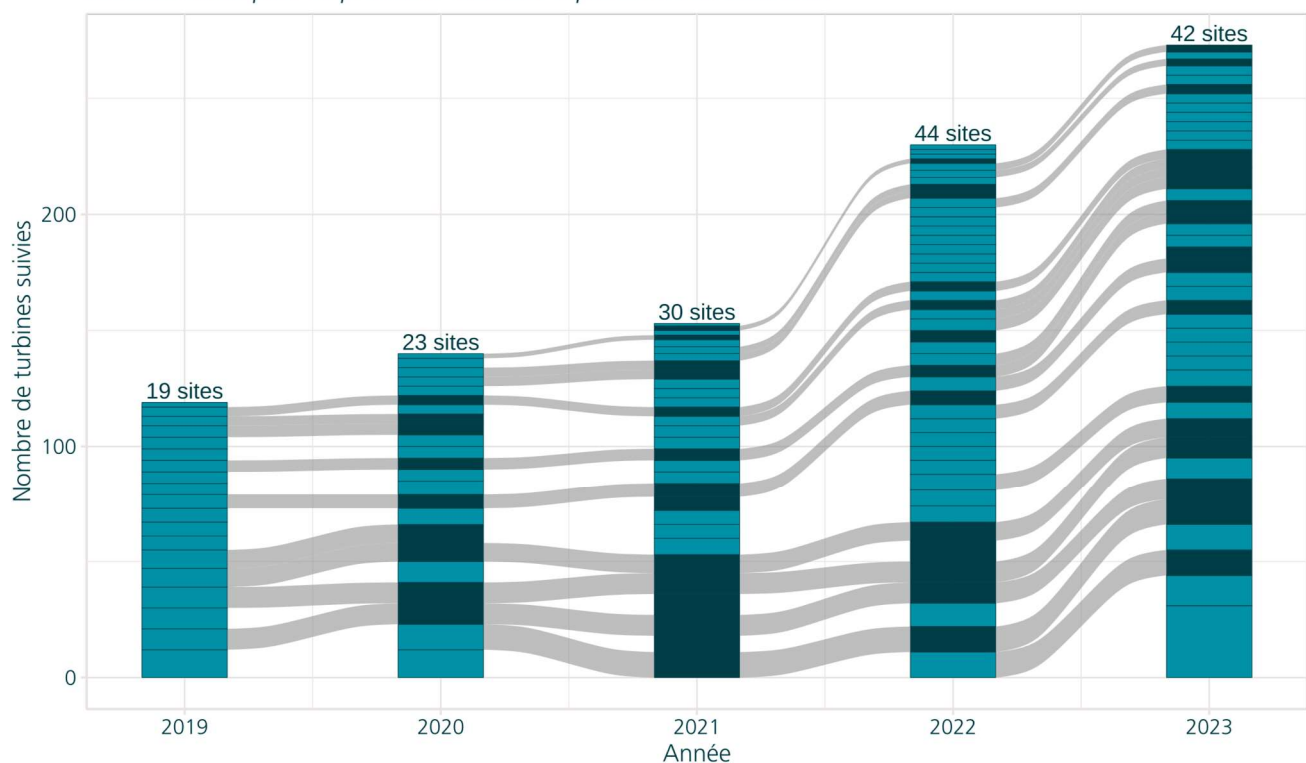
Annexe VIII : Détails sur la méthodologie, les résultats et les biais concernant les référentiels mortalité Biotope

Répartition des données du référentiel selon les années

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

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

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



Données & réalisation : Bureau d'études Biotope

Figure 74 : Répartition des données du référentiel selon les années

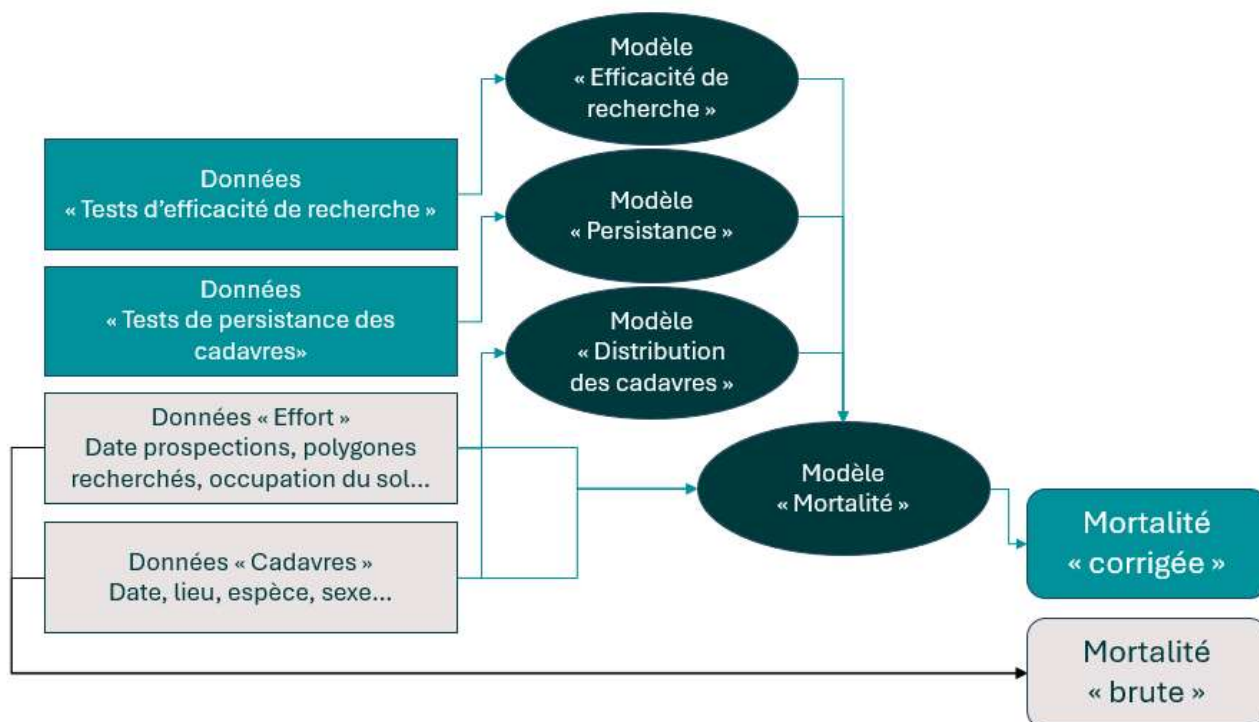


Figure 75 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalités brute et corrigée

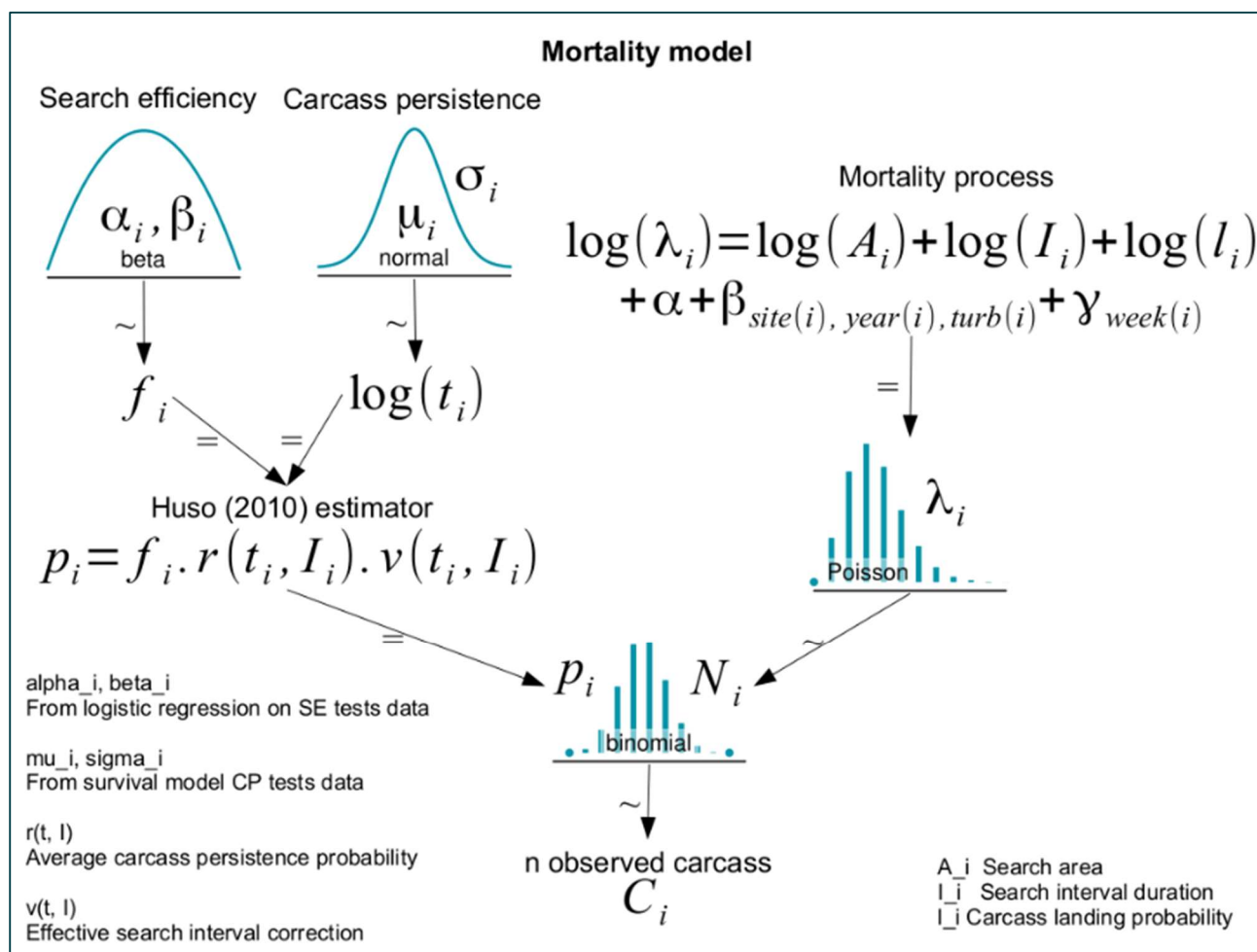


Figure 76 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée

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

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

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

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

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

6 Index des tableaux, cartes et figures

Index des tableaux

Tableau 1 : Avifaune fréquemment rencontrée sur le parc de Les Penages	10
Tableau 2 : Diversité spécifique avifaunistique de la commune de Moisy et de Ouzouer-le-Doyen, selon l'association Loir-et-Cher Nature	11
Tableau 3 : Paramétrage des enregistreurs au sol	19
Tableau 4 : Nombre d'enregistreurs déployés et durées d'enregistrement	19
Tableau 5 : Identification des espèces de chiroptères	20
Tableau 6 : Référentiel ActiChiro-Sol utilisé pour cette étude sur l'ensemble de la période d'écoute	23
Tableau 7 : Référentiel ActiChiro-Sol utilisé pour cette étude au printemps	24
Tableau 8 : Référentiel ActiChiro-Sol utilisé pour cette étude en période estivale	25
Tableau 9 : Référentiel ActiChiro-Sol utilisé pour cette étude à l'automne	26
Tableau 10 : Paramétrage des enregistreurs en hauteur	29
Tableau 11 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période de suivi	31
Tableau 12 : Identification des espèces de chiroptères	33
Tableau 13 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé sur l'ensemble de l'année pour cette étude	35
Tableau 14 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé sur la période printanière pour cette étude	35
Tableau 15 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé sur la période estivale pour cette étude	36
Tableau 16 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé sur la période automnale pour cette étude	36
Tableau 17 : Prospections de terrain et informations météorologiques	40
Tableau 18 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 3 tests)	44
Tableau 19 : Équipe de travail	45
Tableau 20 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces identifiées lors du suivi en période de migration pré-nuptiale 2024 au niveau du parc de Les Penages	46
Tableau 21 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces identifiées lors du suivi en période de reproduction 2024 au niveau du parc de Les Penages	48
Tableau 22 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces identifiées lors du suivi en période de migration post-nuptiale 2024 au niveau du parc de Les Penages	50
Tableau 23 : Synthèse des données bibliographiques relatives aux chiroptères	55
Tableau 24 : Synthèse de l'activité au sol des chiroptères sur la zone d'étude	58
Tableau 25 : Statuts et enjeux écologiques des chiroptères remarquables présents au niveau de la zone d'étude	66
Tableau 26 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc de Les Penages en 2024	77
Tableau 27 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 75 m sur E01	78
Tableau 28 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 75 m sur E05	79
Tableau 29 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur pour l'éolienne E01	80

Tableau 30 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur pour l'éolienne E05	81
Tableau 31 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période printanière pour l'éolienne E01	82
Tableau 32 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période printanière pour l'éolienne E05	82
Tableau 33 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période estivale de l'éolienne E01	83
Tableau 34 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période estivale de l'éolienne E05	84
Tableau 35 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période automnale de l'éolienne E01	85
Tableau 36 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période automnale de l'éolienne E05	85
Tableau 37 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (75 m) sur l'éolienne E01 en fonction de la vitesse du vent	99
Tableau 38 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (75 m) sur l'éolienne E05 en fonction de la vitesse du vent	101
Tableau 39 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane en fonction de la température pour l'éolienne E01	104
Tableau 40 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane en fonction de la température pour l'éolienne E05	106
Tableau 41 : Tableau de synthèse associant les données « empiriques » 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 brute » de Biotopie 2023 pour des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut	115
Tableau 42 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Les Penages	116
Tableau 43 : 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 Biotopie 2023 pour des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut	118
Tableau 44 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Les Penages	118
Tableau 45 : 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 (35 passages). Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement)	120
Tableau 46 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 35 passages	124
Tableau 47 : 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	125
Tableau 48 : 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	125
Tableau 49 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation	127
Tableau 50 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Les Penages sur la période du suivi	127
Tableau 51 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Les Penages sur la période du suivi	128
Tableau 52 : Projection de la mortalité estimée par éolienne sur les quantiles de mortalité du référentiel mortalité Biotopie	129
Tableau 53 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité de 2024	133
Tableau 54 : Activité par espèce en nombre de contacts de 5 secondes du 4 juillet au 31 octobre entre 2018 et 2024	135
Tableau 55 : Croisement des informations sur les espèces impactées issues des 2 années de suivis mortalités (2018 à 2024)	136
Tableau 56 : Croisement des informations sur l'estimation de la mortalité issues des deux années de suivi mortalité (2018 à 2024)	136

Tableau 57 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 75 m au niveau de l'éolienne E01141	
Tableau 58 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 75 m au niveau de l'éolienne E05142	
Tableau 59 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces	143
Tableau 60 : Paramètre de bridage conventionnel pour le parc éolien de Les Penages	144
Tableau 61 : Comparaison d'efficacité du bridage mis en place à partir des données cumulées des éoliennes E01 et E05 de 2024 en minute positive	145
Tableau 62 : Premier scénario de bridage spécifique des éoliennes pour le parc de Les Penages pour 2024, au regard des résultats cumulés des éoliennes E01 et E05	149
Tableau 63 : Deuxième scénario de bridage spécifique des éoliennes pour le parc de Les Penages pour 2024, au regard des résultats cumulés des éoliennes E01 et E05	150
Tableau 64 : Troisième scénario de bridage spécifique des éoliennes pour le parc de Les Penages pour 2024, au regard des résultats cumulés des éoliennes E01 et E05	151

Index des figures

Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Les Penages (de haut en bas, E01, E02, E03, E04 et E05)	8
Figure 2 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope	20
Figure 3 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel sol	22
Figure 4 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude	27
Figure 5 : Localisation de l'implantation du microphone en nacelle. © Biotope	29
Figure 6 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne E01 du parc de Les Penages	31
Figure 7 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne E05 du parc de Les Penages	31
Figure 8 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope	32
Figure 9 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude	34
Figure 10 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude	38
Figure 11 : Schéma temporel de la vitesse du vent à 75 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E01 du parc de Les Penages, entre mars et novembre 2024	38
Figure 12 : Schéma temporel de la vitesse du vent à 75 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E05 du parc de Les Penages, entre mars et novembre 2024	39
Figure 13 : Schéma temporel de la température à 75 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E01 du parc de Les Penages, entre mars et novembre 2024	39
Figure 14 : Schéma temporel de la température à 75 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E05 du parc de Les Penages, entre mars et novembre 2024	39
Figure 15 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	44
Figure 16 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (75 m) au niveau de l'éolienne E01 de mars à novembre 2024	87
Figure 17 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (75 m) au niveau de l'éolienne E05 de mars à novembre 2024	87
Figure 18 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (75 m) au niveau de l'éolienne E01 de mars à novembre 2024	88
Figure 19 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (75 m) au niveau de l'éolienne E05 de mars à novembre 2024	88
Figure 20 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne E01 de mars à novembre 2024	89

Figure 21 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne E05 de mars à novembre 2024	89
Figure 22 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe Pipistrelle de Kuhl / Nathusius, en altitude sur l'éolienne E01 de mars à novembre 2024	90
Figure 23 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe Pipistrelle de Kuhl / Nathusius, en altitude sur l'éolienne E05 de mars à novembre 2024	90
Figure 24 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe Sérotine/Noctule, en altitude sur l'éolienne E01 de mars à novembre 2024	91
Figure 25 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe Sérotines/Noctule, en altitude sur l'éolienne E05 de mars à novembre 2024	91
Figure 26 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Barbastelle d'Europe, en altitude sur l'éolienne E01 de mars à novembre 2024	92
Figure 27 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le Grand Murin, en altitude sur l'éolienne E05 de mars à novembre 2024	92
Figure 28 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (75 m), toutes espèces confondues, de mars à novembre 2024 sur l'éolienne E01	93
Figure 29 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, en altitude (75 m) et toutes espèces confondues, sur l'éolienne E01	94
Figure 30 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (75 m), sur l'éolienne E01	95
Figure 31 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (75 m), toutes espèces confondues, de mars à novembre 2024, sur l'éolienne E05	95
Figure 32 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, en altitude (75 m) et toutes espèces confondues, sur l'éolienne E05	96
Figure 33 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (75 m), sur l'éolienne E05	97
Figure 34 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Les Penages	98
Figure 35 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Les Penages	98
Figure 36 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Les Penages	99
Figure 37 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Les Penages	100
Figure 38 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Les Penages	101
Figure 39 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Les Penages	102
Figure 40 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Les Penages	103
Figure 41 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Les Penages	103
Figure 42 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (75 m), au niveau de l'éolienne E01	104
Figure 43 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Les Penages	105
Figure 44 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (75 m) au niveau de l'éolienne E05 du parc de Les Penages	105
Figure 45 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (75 m), au niveau de l'éolienne E05	106

Figure 46 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 75 m pour l'éolienne E01. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris	107
Figure 47 : 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 (éolienne E01)	107
Figure 48 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 75 m pour l'éolienne E05. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris	108
Figure 49 : 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 (éolienne E05)	108
Figure 50 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Les Penages	110
Figure 51 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Les Penages	112
Figure 52 : Nombre de cadavres découverts par éolienne	112
Figure 53 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Les Penages. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne	113
Figure 54 : 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	114
Figure 55 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute du parc de Les Penages à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2023)	119
Figure 56 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	121
Figure 57 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04, E05 (de gauche à droite et de haut en bas) le 6 mars 2024 (premier passage en haut) et le 9 octobre 2024 (passage 33)	122
Figure 58 : 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)	123
Figure 59 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation	124
Figure 60 : Probabilités d'efficacités de recherche observées et prédites par régression logistique	125
Figure 61 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Les Penages au cours du suivi de 2024 sur 238 jours	128
Figure 62 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Les Penages au cours du suivi de 2024 sur 238 jours	129
Figure 63 : Projection de la mortalité estimée pour les turbines issue du parc de Les Penages sur la répartition empirique des estimations de mortalité du référentiel mortalité estimée de Biotope	130
Figure 64 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Les Penages	138
Figure 65 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E01 sur la période de réalisation du suivi mortalité	138
Figure 66 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E05 sur la période de réalisation du suivi mortalité	139
Figure 67 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E01 des Penages sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024	139
Figure 68 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E05 des Penages sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024	140
Figure 69 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Les Penages	141
Figure 70 : Eolienne E01 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune en altitude en 2024	143
Figure 71 : Eolienne E05 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune en altitude en 2024	143

Figure 72 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018	175
Figure 73 : Schéma de la surface-échantillon à prospector (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018)	175
Figure 74 : Répartition des données du référentiel selon les années	178
Figure 75 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalités brute et corrigée	179
Figure 76 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée	179

Index des cartes

Carte 1 : Périmètres d'étude définis dans l'étude d'impact de 2003	9
Carte 2 : Localisation de l'aire d'étude immédiate définie dans l'étude de suivi environnemental de 2019	10
Carte 3 : Suivi des rapaces au niveau du parc éolien de Les Penages - Méthodologie	17
Carte 4 : Localisation des enregistreurs SM4Bat au sol au niveau du parc éolien de Les Penages	18
Carte 5 : Localisation des éoliennes équipées d'un enregistreur SMBAT au niveau du parc éolien de Les Penages	28
Carte 6 : Suivi des rapaces en période de migration pré-nuptiale (février-avril) au niveau du parc éolien de Les Penages	47
Carte 7 : Suivi des rapaces en période de nidification (avril-juin) au niveau du parc éolien de Les Penages	49
Carte 8 : Suivi des rapaces en période de migration post-nuptiale (septembre-novembre) au niveau du parc éolien de Les Penages	51
Carte 9 : Occupation du sol dans les 1 km autour des éoliennes du parc éolien de Les Penages	52
Carte 10 : Localisation du nid de Busard Saint-Martin à proximité de l'éolienne 5 du parc éolien de Les Penages	54
Carte 11 : Chiroptères patrimoniaux et/ou protégés - Synthèse de l'activité des chiroptères au sol au printemps 2024	61
Carte 12 : Chiroptères patrimoniaux et/ou protégés - Synthèse de l'activité des chiroptères au sol à l'été 2024	62
Carte 13 : Chiroptères patrimoniaux et/ou protégés - Synthèse de l'activité des chiroptères au sol à l'automne 2024	63



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

