



BORALEX

BORALEX
créatrice d'énergie

Parc éolien de Préveranges

Communes de Préveranges et
Saint-Saturnin, Cher (18)

4 avril 2025

**Suivi de mortalité de
l'avifaune et des
chiroptères**


biotopé

Information sur le document

Citation recommandée	Biotope, 2025 – Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères - Parc éolien de Préveranges - Communes de Préveranges et Saint-Saturnin, Cher (18) - BORALEX - 92 p.		
Nom de fichier	Préveranges_MortaGlobal_CroiseAcoustiq_Biotope_V2.docx		
N° de contrat	2023014-11		
Date de démarrage de la mission	14/05/2024		
Maître d'ouvrage	BORALEX		
Interlocuteur	Vezians Dupont	Vezians Dupont	
Biotope, Responsable du projet	Ludivine DOYEN (LDO) <i>Directrice du Développement Eolien et Photovoltaïque Terrestre France et Outre-Mer</i>	Contact : ldoyen@biotope.fr	
Biotope, Contrôleur qualité	Nicolas CARENTON (NCA) <i>Chef de projet Biostatistiques</i>	Contact : ncarenton@biotope.fr	
Version 1	Rédacteur : LDO – <i>Février 2025</i>	Contrôle qualité : NCA – <i>Février 2025</i>	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none"> ● Création du document.
Version 2	Rédacteur : LDO – <i>Avril 2025</i>	Contrôle qualité : LDO – <i>Avril 2025</i>	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none"> ● Prise en compte des commentaires
Version 3	Rédacteur : LDO – <i>Avril 2025</i>	Contrôle qualité : LDO – <i>Avril 2025</i>	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none"> ● Prise en compte des commentaires

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 Préveranges (Cher) a été mis en service en juin 2023. Il est autorisé par arrêté préfectoral datant du 14 octobre 2019. Dans cet arrêté, il est stipulé :

Extrait de l'arrêté du 14 octobre 2019

Article 2 – Mesures en phase de fonctionnement du parc

Après la mise en service industrielle du parc, tout éclairage extérieur des installations est interdit, en dehors du balisage réglementaire imposé par l'article 11 de 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.

Pour prévenir les risques de collision avec les chiroptères, l'exploitant met en œuvre un plan de fonctionnement réduit des cinq aérogénérateurs applicable du 1^{er} août au 31 octobre inclus. Les modalités de ce plan sont les suivantes, les appareils de mesure des paramètres visés étant situés à hauteur de nacelle au niveau d'au moins un des aérogénérateurs du parc :

- la nuit, du coucher au lever du soleil,
- et en cas de vents inférieurs à 6 m/s,
- et en cas de température supérieure à 10 °C,

le fonctionnement de tous les aérogénérateurs du parc est arrêté.

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.

L'exploitant met en place un suivi environnemental, comprenant le suivi de l'activité et de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères selon les modalités du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres reconnu par le ministère en charge de l'environnement.

En particulier, le premier suivi couvre les deux premières années d'exploitation du parc.

Pendant la première année d'exploitation du parc *a minima*, le suivi d'activité des chiroptères s'appuie sur un enregistrement automatique à hauteur de la nacelle d'un des aérogénérateurs du parc en continu du 15 mars au 15 novembre inclus. Ce suivi en altitude est poursuivi pendant la deuxième année d'exploitation en cas de mortalité avérée de chiroptères malgré le plan de bridage en place.

Ces mesures d'activité sont couplées à des enregistrements des paramètres météorologiques (pluviométrie, vitesse du vent, température).

Pendant les deux premières années d'exploitation *a minima*, le suivi de mortalité des chiroptères et de l'avifaune est constitué au minimum de 20 prospections réparties entre les semaines 20 et 43 (de mi-mai à octobre), sous la forme de 5 séries de 4 passages à 3 jours d'intervalle avec au moins 1 série en août, en septembre et en octobre.

Le suivi d'activité et de mortalité des chiroptères a pour objectif d'évaluer l'efficacité et la pertinence du bridage (avec redéfinition éventuelle des modalités initiales de bridage). Ces études sont conduites par une personne ou un organisme qualifié et font l'objet de rapports globaux annuels. Les rapports de suivi contiennent en outre les écarts de ces résultats par rapport aux analyses précédentes ainsi que, le cas échéant, des propositions de mesures correctives. Les rapports sont tenus à la disposition de l'inspection des installations classées.

La société BORALEX 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, ainsi qu'un suivi chiroptérologique à hauteur de nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018).

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 le taux de mortalité des chauves-souris et des oiseaux, liés à l'exploitation du parc éolien de Préveranges.

Au regard des éléments fournis (volet faune de l'étude d'impact) 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 mortalité, a été mis en œuvre.

A 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

1.1	Contexte – présentation du parc et données historiques	6
1.1.1	Présentation du parc	6
1.1.2	Rappel des enjeux de l'étude d'impact	7
1.2	Méthodologie appliquée	11
1.2.1	Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	11
1.2.2	Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées	11
1.2.3	Conditions de réalisation du suivi de mortalité et des suivis de l'activité de l'avifaune et des chiroptères	26
1.2.1	Équipe de travail	29
2	Synthèse et analyse des résultats	30
2.1	Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur	30
2.1.1	Espèces contactées	30
2.1.2	Abondance relative	31
2.1.3	Évaluation de l'activité en hauteur	32
2.1.4	Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur	36
2.1.5	Comparaison avec les suivis de l'activité des chiroptères antérieures	42
2.1.6	Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques	42
2.1.7	Synthèse de l'activité des chiroptères en hauteur	47
2.2	Résultats du suivi de mortalité	48
2.2.1	Résultats bruts	48
2.2.2	Analyse des résultats	56
2.2.3	Synthèse du suivi de mortalité	63
2.2.4	Analyse croisée avec l'étude d'impact	64
2.2.5	Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères	64
2.2.6	Évaluation de l'efficacité du bridage chiroptère en fonctionnement	69
3	Mesures correctives et conclusion	72
3.1	Mesures correctives	72
3.1.1	Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique	72
3.1.2	Reconduction du suivi post-implantation	73
3.1.3	Suivi comportement de la Buse variable	73
3.1.4	Entretien rigoureux des plateformes	74
3.2	Conclusions	75
4	Bibliographie	77
5	Annexes	80
	Annexe I : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.	80
	Annexe II : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité	81
	Annexe III : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale	82
	Annexe IV : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques	83
	Annexe V : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%	84
	Annexe VI : Détails sur la méthodologie, les résultats et les biais concernant les référentiels mortalité Biotope	85
6	Index des tableaux, cartes et figures	88

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 Préveranges se situe sur les communes de Préveranges et de Saint-Saturnin, au sud du département du Cher (18). Il est localisé entre Montluçon et la Chartre, limitrophe avec le Limousin et l'Auvergne.

Le parc, mis en service en 2024, **comprend 4 éoliennes Nordex N117 d'une puissance unitaire de 3MW. Ces éoliennes ont une hauteur de 109,25 m au moyeu et disposent d'un rotor de 113 m de diamètre.**

Le parc de Préveranges se situe au sein de milieu bocages, de prairies et de pâtures. Le travail des plaines agricoles et l'élevage de bovins sont encore bien présents dans certains secteurs.



Eolienne E01



Eolienne E02



Eolienne E03



Eolienne E04

Photographie des éoliennes du parc

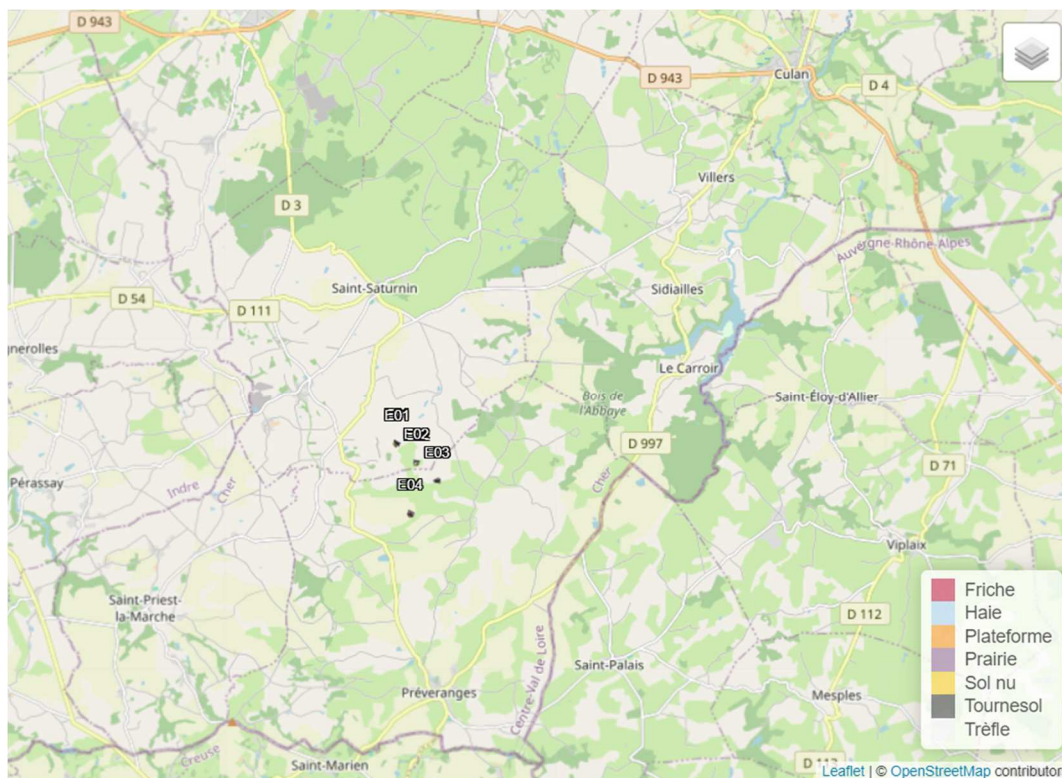


Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Prévéranges (de haut en bas, E01, E02, E03 et E04)

1.1.2 Rappel des enjeux de l'étude d'impact

L'objectif de cette partie est de résumer et de faire ressortir les espèces à enjeux identifiées lors de l'étude d'impact du projet éolien réalisée en 2010/2012 et rédigée en 2012 afin de les comparer avec les résultats des suivis post-implantations réalisés en 2024.

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

Les pré diagnostics de l'étude d'impact ont permis d'affiner des aires d'étude à prendre en compte dans le cadre de ce projet éolien.

• Périmètre éloigné (= 10 km)

L'aire d'étude éloignée est la zone qui englobe tous les impacts potentiels. Elle est définie sur la base des éléments physiques du territoire facilement identifiables ou remarquables (ligne de crête, falaise, vallée, etc.) qui le délimitent, ou sur les frontières biogéographiques (types de milieux, couloirs migratoires, territoires de chasse de rapaces, zones d'hivernage, etc.) ou encore sur des éléments humains ou patrimoniaux remarquables (monument historique de forte reconnaissance sociale, ville, site reconnu au patrimoine mondial de l'UNESCO, etc.).

• Périmètre intermédiaire (3 à 10 km)

L'aire d'étude intermédiaire correspond à la zone de composition paysagère, utile pour définir la configuration du parc et en étudier a minima les impacts paysagers. Sa délimitation repose donc sur la localisation des lieux de vie des riverains et des points de visibilité du projet.

• Périmètre rapproché (< 3 km)

L'aire d'étude rapprochée est la zone minimale des études environnementales et correspond à la zone d'implantation potentielle du parc éolien où pourront être envisagées plusieurs variantes. Elle repose sur la localisation des habitations les plus proches, des infrastructures existantes, des habitats naturels.

C'est la zone où sont menées notamment les investigations environnementales les plus poussées et l'analyse acoustique.

• Périmètre immédiat (< 1 km)

Le périmètre immédiat correspond au projet éolien proprement dit : la zone d'implantation des éoliennes, y compris les voies d'accès, les aires de chantier, le ou les postes de livraison et le réseau des câbles souterrains sur site (le ou les postes de livraison).

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

Avifaune nicheuse

Les observations de terrain ont été réalisées les 15, 28 et 29 avril, les 2 et 3 juin et les 27 et 28 juillet 2010.

Pour l'étude du cortège des nicheurs, les visites de terrain ont été réalisées les 28 et 29 avril (nicheurs précoces), les 2 et 3 juin (nicheurs tardifs) et le 27 juillet 2010 (compléments). Pour les deux premières visites, les prospections se sont déroulées tôt dans la matinée jusqu'en fin d'après-midi.

Lors de la visite chiroptérologique du 28 juillet 2010, les prospections se sont poursuivies la nuit afin de contacter plus aisément certaines espèces : Rapaces nocturnes bien sûr, mais également le cortège des espèces dont les manifestations sonores sont plus aisément perceptibles de nuit (Engoulevent d'Europe, Rossignol philomèle, Vanneau huppé, Œdicnème criard, Caille des blés, etc.).

Les visites concernant les nicheurs ont été menées, sur les secteurs d'étude 1 à 7 selon la méthode de l'observation « droit devant soi », en parcours pédestres ou à bord d'un véhicule.

Des observations en poste fixe selon la méthode des points IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) donnant lieu à des reconnaissances par le chant ont également été réalisées sur les secteurs 1 à 4. Cette méthode a été élaborée par Blondel, Ferry et Frochot en 1970. Elle consiste, au cours de deux sessions distinctes de comptage, à noter l'ensemble des oiseaux observés et/ou entendus durant 15 minutes à partir d'un point fixe du territoire.

Tous les contacts auditifs ou visuels avec les oiseaux sont notés sans limitation de distance. Ils sont reportés sur une fiche prévue à cet effet à l'aide d'une codification permettant de différencier tous les individus et le type de contact (chant, cri, mâle, femelle, couple...). Sur la fiche de relevé, le point ou la station est matérialisé(e) par un cercle dont le centre est virtuellement occupé par l'observateur. Ce système de notation à l'intérieur d'un cercle facilite le repérage spatial des individus contactés.

À la fin de chaque session de dénombrement, le nombre d'espèces et d'individus de chacune d'elles est totalisé en nombre de couples, et le nombre maximal est conservé par point IPA.

Le dépouillement des deux sessions de dénombrement permet d'obtenir le nombre d'espèces noté sur le point IPA. Les deux sessions de dénombrement ont été réalisées strictement au même emplacement qui aura été préalablement géoréférencé à l'aide d'un GPS.

Les comptages ont été effectués par temps calme (les intempéries, le vent et le froid vif doivent être évités), durant la période comprise entre trente minutes et quatre à cinq heures après le lever du jour.

Nota. À l'occasion de chaque prospection thématique, les observations sont effectuées par un spécialiste du thème étudié, comme c'est ici le cas pour l'avifaune. Néanmoins, lors de prospections ciblant d'autres groupes faunistiques, les chargés d'études présents sont à même d'accroître le volume des informations collectées.

Pour l'étude ornithologique, cela a été le cas lors des visites nocturnes du site intervenues dans le cadre des prospections chiroptérologiques (mise en évidence de l'Effraie des clochers et de la Chouette hulotte) ainsi que pendant la reconnaissance en journée des chemins à emprunter (nouveaux cantons de Pie-grièches écorcheurs identifiés).

Au total, 56 espèces ont été observées en période de nidification dans la zone d'étude du projet. Mis à part l'Effraie des clochers, l'Hirondelle rustique, le Moineau domestique, le Rougequeue noir, le Serin cini et la Tourterelle turque qui niche à proximité immédiate des habitations (espèces liées à l'Homme), et le Héron cendré qui lui nidifie en héronnière (non présente sur la zone d'étude), 49 espèces sont considérées comme nicheuses sur l'ensemble des secteurs 1 à 7 ainsi que dans la zone d'extension à 500 m.

Parmi les espèces patrimoniales recensées sur la zone d'étude, les espèces suivantes sont considérées comme nicheurs : la Pie-grièche écorcheur, la Chevêche d'Athéna, la Huppe fasciée et le Milan noir.

Avifaune migratrice

La méthode d'étude retenue repose sur l'observation directe depuis des secteurs choisis pour offrir une vue panoramique et lointaine sur le site du projet.

Ces localisations permettent d'estimer les flux de populations mais également d'appréhender les éventuelles modifications de trajectoire en fonction de la nature du relief et des obstacles. La zone d'étude du présent projet est relativement plane, sans relief marqué.

Les observations ont été effectuées par un ornithologue d'IEA à l'aide de jumelles (10 x 42 mm) et avec une lunette KOWA TSN 25 x 77 mm.

À chaque visite, il a également été recherché en fin de journée les éventuelles zones de halte migratoire à l'intérieur de l'aire d'étude et à ses abords immédiats.

Pour les migrations prénuptiales (fin d'hiver/début du printemps) les observations ont eu lieu le 16 mars et les 9 et 22 avril 2010. Les visites relatives à la prise en compte des migrations postnuptiales se sont déroulées les 21 septembre, 3 novembre et 21 décembre 2010. Les conditions météorologiques lors de cette dernière prospection de terrain étaient particulièrement favorables à la migration postnuptiale, après la vague de froid du mois de novembre 2010.

Les espèces observées lors de ces prospections ne montraient pas toutes un comportement migratoire. C'est le cas pour de nombreux passereaux, comme la Tourterelle turque et le Geai des chênes.

D'une manière générale, les mouvements migratoires ne sont pas très marqués, et les oiseaux observés étaient en phase de repos ou d'alimentation active sur la zone d'étude.

La migration s'est avérée diffuse, ne mettant en évidence aucun axe préférentiel ni secteur plus fréquenté en termes de passage.

La Grue cendrée n'a pas été observée lors des prospections de terrain en migrations prénuptiale et postnuptiale. Cependant, 500 à 600 individus survolent régulièrement le secteur 2 d'après les dires d'un exploitant agricole local.

Avifaune hivernante

Deux visites de terrain sont intervenues le 16 décembre 2009 et le 16 février 2011. Les prospections ont été effectuées par observations directes, à pied, en affût et à bord d'un véhicule sur l'ensemble de la zone d'étude.

En comparaison avec la date du 21 décembre 2010, la première prospection du 16 décembre 2009 fut marquée par une période de froid accompagnée de neige, période durant laquelle les populations d'oiseaux hivernants ont pu être comptabilisées.

Au total, 27 espèces d'avifaune hivernante ont été observées dans la zone d'étude du projet, dont une espèce citée en annexe I de la Directive Oiseaux (Grande Aigrette) et 16 espèces protégées par l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire.

Synthèse des enjeux

Les enjeux estimés pour les différents secteurs tiennent principalement compte de la valeur intrinsèque des différents peuplements. La sensibilité différentielle des différentes espèces vis-à-vis de l'activité éolienne n'apparaît donc pas à ce stade. À titre d'exemple, le secteur 4 est proposé comme présentant un enjeu moyen en raison de la seule présence du Pic noir. Il s'agit d'une espèce protégée au plan national et inscrite en annexe I de la Directive « Oiseaux ». Toutefois, le Pic noir est strictement forestier et il est difficile de croire qu'il puisse être notablement impacté par la construction du parc ou bien son exploitation. Le second point concerne le biais induit par la notable différence de superficie des différents secteurs.

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

Le protocole d'étude mis en œuvre par IEA dans le cadre de cette étude est dérivé de celui proposé par la SFEPM (Société française pour l'étude et la protection des mammifères). Il repose à la fois sur la caractérisation des populations concernées de la zone et de ses abords et sur l'étude du fonctionnement écologique vis-à-vis des Chiroptères à l'intérieur de ce secteur. Sur la base de la nature et de l'ampleur des différents impacts potentiels fournis par la bibliographie et en confrontant les caractéristiques du projet avec les résultats de l'étude de l'état initial, il est alors possible d'en estimer les effets et de proposer les mesures d'insertion adéquates.

Dans un premier temps, il a été recherché des informations par consultation du muséum de Bourges qui centralise l'ensemble des informations chiroptérologiques du Cher. Une fois ces informations connues, une reconnaissance générale du site d'étude et de ses abords larges a été effectuée le 28 juillet 2010. Les caractéristiques de l'occupation du sol définissant les potentialités d'accueil pour les Chiroptères ont alors été relevées et divers sites potentiellement favorables ont été prospectés, notamment dans les bourgs proches du site. Les reconnaissances de terrain ont enfin permis de définir finement la stratégie d'étude et d'échantillonnage mise en œuvre durant les prospections nocturnes.

L'étude de terrain est basée sur la détection et l'enregistrement des signaux ultrasonores en mode expansion de temps, puis de leur détermination. Le matériel utilisé permet d'enregistrer la totalité des signaux captés. Il s'agit de quatre détecteurs (deux Pettersson Electronics D240X, un D1000X et un Tranquillity Transect, soit quatre appareils en utilisation simultanée). Ces détecteurs sont couplés à des enregistreurs numériques (EDIROL R-09), quand ils n'intègrent pas leur propre système d'enregistrement (D1000X).

Pour ce site, trois périodes de prospections ont été retenues, afin de couvrir les principales périodes du cycle biologique annuel des Chauves-souris (28 juillet 2010, 20 septembre 2010, 4 octobre 2010). Au cours de ces prospections, un total de 23 heures 4 min d'enregistrements a été obtenu. Ils ont été effectués durant les quatre premières heures qui suivent le coucher du soleil, c'est-à-dire durant la période d'activité maximale des chauves-souris.

Espèces	Transit actif / chasse	Transit passif	TOTAL
Pipistrelle commune	57	6	63
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	7	-	7
Sérotine commune	4	2	6
Pipistrelle de Kuhl	-	3	3
Oreillard sp.	3	-	3

Espèces	Transit actif / chasse	Transit passif	TOTAL
Noctule commune	-	2	2
Murin de Daubenton	1	-	1
Noctule de Leisler	-	1	1
TOTAL	72	14	86

IEA a réalisé depuis 2005 une cinquantaine d'études en utilisant le même protocole que celui mis en œuvre ici. Pour une nuit d'écoute, entre 7 et 8 heures d'enregistrement sont obtenues. Sur cette durée, le nombre moyen de contacts de chauves-souris varie de 50 à 120. Pour les sites les plus densément peuplés, ce nombre de contacts peut dépasser 150 voire 200 individus.

Pour le présent projet, avec un peu plus de 23 heures d'enregistrement (23 heures et 4 minutes), le nombre total de contacts enregistrés apparaît particulièrement faible ; le taux horaire est ici de 3,73 individus/heure. Cette mise en perspective des résultats traduit donc la très faible fréquentation du site par les chiroptères.

La Pipistrelle commune est très largement dominante sur le secteur, attestant une potentialité d'accueil limitée. Ce constat paraît corroboré par l'absence apparente des espèces les plus exigeantes quant aux conditions de milieux, aux premiers rangs desquelles les Murins et les Rhinolophes ; seul un Murin de Daubenton a été contacté durant l'étude. Une autre caractéristique importante tient en la très faible fréquentation du site par la Noctule de Leisler dont une importante colonie de mise bas est connue quelques kilomètres à l'est du projet. Enfin, le site ne paraît pas être un couloir privilégié pour la migration automnale et aucun déplacement en altitude n'a été mis en évidence. Ce constat semble lié à l'homogénéité dans la répartition des éléments attractifs : boqueteaux, haies, plans d'eau, etc.

Ce tableau récapitule, par secteurs, le statut local des espèces effectivement contactées lors des investigations de terrain et les enjeux associés.

Espèces	Localisation	Densité locale apparente / (statut Cher)	Enjeu	Protection réglementaire
Pipistrelle commune	Tous secteurs	Assez commune (AC, LC)	Moyen (sensibilité averée)	PN, Ann. 4
Pipistrelle Kuhl	2, 3, 4, 5, 7	Assez commune (AC, TC)	Faible à moyen (sensibilité moyenne)	PN, Ann. 4
Sérotine commune	1, 2, 3, 5	Assez commune (AC, TC)	Faible à moyen (sensibilité moyenne)	PN, Ann. 4
Noctule de Leisler	2	Peu commune (LC)	Moyen à assez fort (sensibilité)	PN, Ann. 4
Noctule commune	6	Peu commune (AC, TC)	Moyen (sensibilité mais effectif faible)	PN, Ann. 4
Oreillard sp.	6, 7	Peu commune (AC, TC)	Faible (sensibilité faible)	PN, Ann. 4
Murin de Daubenton	6	Peu commune (AC, TC)	Faible (sensibilité faible)	PN, Ann. 4

Les résultats de ce tableau doivent être nuancés car la plupart des espèces mentionnées sont caractérisées par un rayon d'action nocturne important, en dehors des Pipistrelles communes qui ne s'éloignent guère au-delà de deux kilomètres de leur gîte.

Les enjeux apparaissent globalement faibles, notamment vis-à-vis du risque d'effet puits de population sur les espèces en présence.

Les espèces citées par le muséum de Bourges et non contactées lors des investigations sont par ailleurs considérées comme peu sensibles, en dehors des Oreillards pour lesquels des cas de collision sont signalés. Ces espèces n'ont été contactées qu'au niveau des zones 6 et 7.

1.2 Méthodologie appliquée

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

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

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

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

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

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

Le protocole national précise que le suivi de mortalité sera constitué d'au minimum 20 visites réparties entre les semaines 20 et 43 en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site (Annexe 3, Figure 47). 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 pâles avec un minimum de 50 m (Annexe 3, Figure 48). 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 de Préveranges du 14 octobre 2019 stipulant que : « pendant la première année d'exploitation du parc a minima, le suivi d'activité des chiroptères s'appuie sur un enregistrement automatique à hauteur de nacelle d'un des aérogénérateurs du parc en continu du 15 mars au 15 novembre inclus. Ce suivi en altitude est poursuivi pendant la deuxième année d'exploitation en cas de mortalité avérée de chiroptères malgré le plan de bridage en place. Pendant les deux premières années d'exploitation a minima, le suivi de mortalité des chiroptères et de l'avifaune est constitué au minimum de 20 prospections réparties entre les semaines 20 et 43 (de mi-mai à octobre), sous la forme de 5 séries de 4 passages à 3 jours d'intervalle avec au moins 1 série en août, en septembre et en octobre. »

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 Préveranges. Il présente par ailleurs en détail les principales données collectées et analyses réalisées.

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

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

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

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

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

1.2.2.1.2. Détermination des coefficients correcteurs

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

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

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

Plus d'informations concernant les coefficients correcteurs ainsi que les estimations de mortalités sont disponible en **annexe 4**.

1.2.2.1.3. Méthodes statistiques et incertitudes

- Évaluation du coefficient moyen de persistance des cadavres

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

- Évaluation du coefficient moyen d'efficacité de recherche

Comme pour le coefficient de 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 de leurre (taille, couleur par exemple), la période du test, le type d'occupation du sol et la hauteur de végétation. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par AIC. Si le modèle permet de faire un lien direct entre l'efficacité de recherche et la hauteur de végétation, le modèle peut prédire les cas de figures d'occupation du sol qui n'auraient pu être testés. Dans le cas contraire, il est possible de s'appuyer objectivement sur les sorties de modèle pour les situations testées et sur leurs interpolations (situations intermédiaires non testées) pour compléter les types de végétations manquantes (extrapolation en s'appuyant sur le retour de la personne qui a réalisé le suivi et qui peut comparer les situations).

- Évaluation des incertitudes

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

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

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

1.2.2.2 Méthode de recherche des cadavres

1.2.2.2.1. Méthode par transects circulaires

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

Ce protocole présente plusieurs avantages :

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

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

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

Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir 2 695 m de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.

1.2.2.2.2. Données collectées

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

1.2.2.2.3. Détermination des cadavres

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

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

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

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

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

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

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

1.2.2.1 Étude de l'activité des chiroptères

1.2.2.1.1. Localisation des dispositifs d'écoute

En 2024, les dispositifs d'acquisition des données chiroptérologiques ont été installés sur l'éolienne E01 du parc éolien de Préveranges.



Carte 1 : Localisation des éoliennes du parc éolien de Préveranges

1.2.2.1.2. Collecte des données

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

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

En 2024, le microphone a été installé sur l'éolienne E01, en nacelle, à 90 m de hauteur.

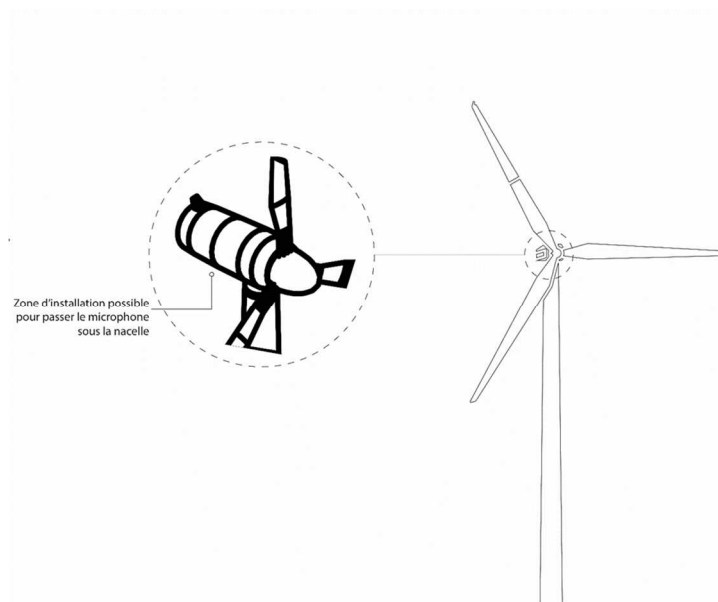


Figure 2 : Localisation de l'implantation du microphone en nacelle. © Biotope.

Tableau 1 : Paramétrage de l'enregistreur en hauteur

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

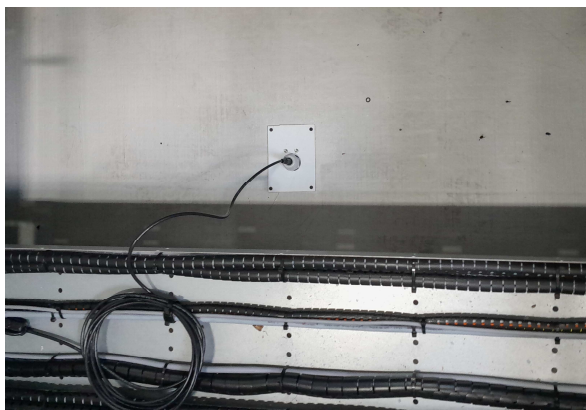


Photo microphone 1



Photo enregistreur dans l'éolienne 2

Microphone et enregistreur Sm4Bat installé en nacelle E01 du parc de Préveranges

1.2.2.1.2.1. Calendrier des enregistrements

L'activité des chauves-souris en altitude a été analysée durant plus de 5 mois, du 17 mai 2024 au 5 novembre 2024. Au total, 171 nuits ont été analysées. Aucune panne n'a été observée durant la période d'enregistrement.

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

Nombre de nuits exploitables* sur le microphone	
Mai 2024	14
Juin 2024	30
Juillet 2024	31
Aout 2024	31
Septembre 2024	30
Octobre 2024	31
Novembre 2024	4
TOTAL	171

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

1.2.2.1.2.2. Représentativité des inventaires

Du fait du nombre de nuits d'enregistrement, 171 nuits entre mai et novembre 2024, **ces inventaires peuvent prétendre à l'exhaustivité**. En effet, pour réunir un échantillonnage suffisant, on estime nécessaire une quinzaine de nuits d'enregistrement pour espérer contacter 90 % des espèces (sur une maille de 5x5km – Matutini, 2014). L'étude réalisée en altitude en 2024 atteint ce seuil et peut donc être considérée comme représentative.

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

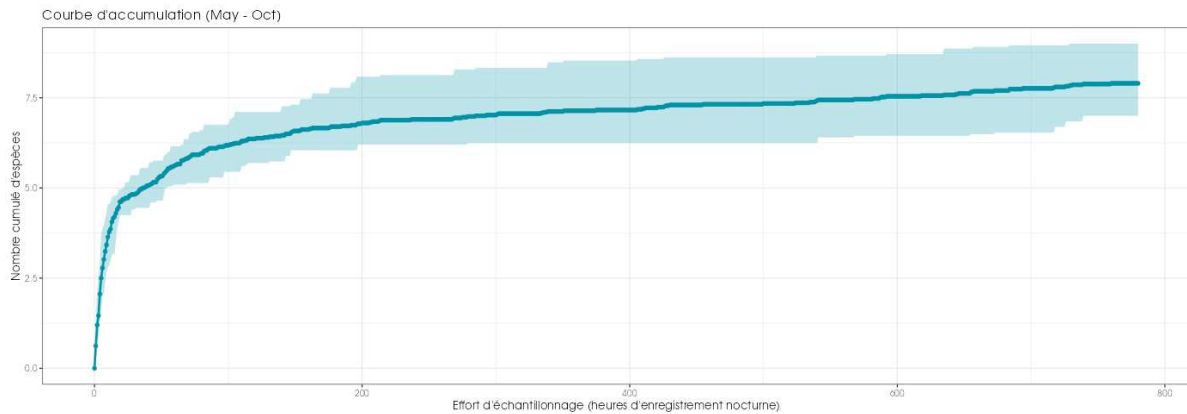


Figure 3 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne E01 du parc de Préveranges

1.2.2.1.3. Analyse des sons et identification des espèces

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

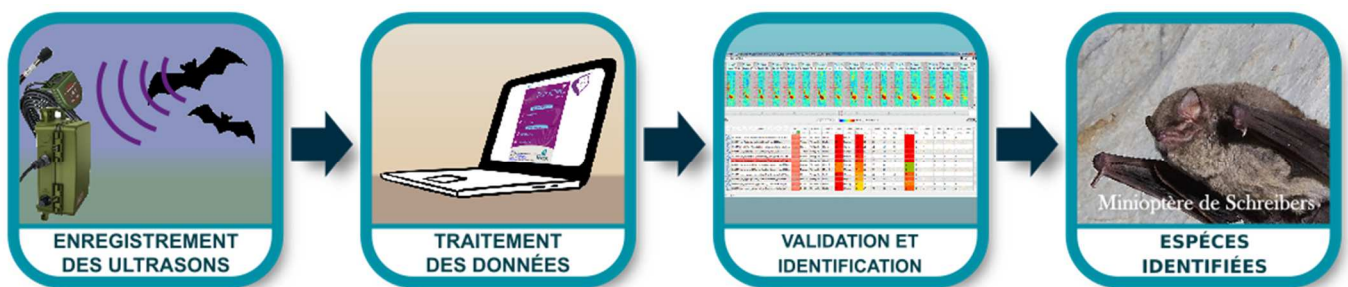


Figure 4 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope

1.2.2.1.4. Détermination automatique du signal et identification des espèces

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

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

Le programme SonoChiro® inclut :

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

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

1.2.2.1.5. Validation et identification des espèces par un chiroptérologue

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

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

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

Tableau 3 : Identification des espèces de chiroptères

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

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

1.2.2.1.6. Évaluation des niveaux d'activité

1.2.2.1.6.1. Unité de mesure de l'activité

Dans la majorité des études qui sont pratiquées jusqu'à maintenant, que ce soit avec un détecteur à main ou un enregistreur automatique en point fixe, les résultats des écoutes sont tous exprimés par une mesure de l'activité en nombre de contacts par unité de temps. Selon les opérateurs et l'appareillage, la définition d'un contact n'est pas très claire, mais correspond à une durée de séquence que l'on pense être proche d'un passage d'un chiroptère, soit de 5 secondes dans le cas des détecteurs à main. Néanmoins, pour pallier 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'incréméntation correspondra à 1.

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

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

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

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

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

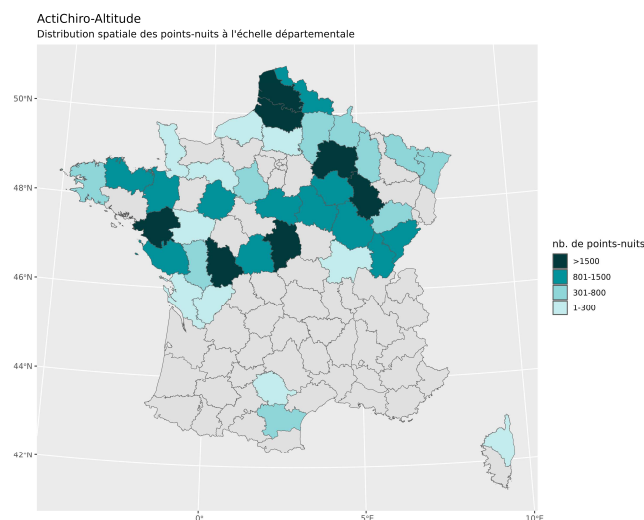


Figure 5 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude

1.2.2.1.6.3. Référentiel ActiChiro® dédié à cette étude

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

Tableau 4 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude pour l'ensemble de la période de suivi

Pour le suivi sur l'ensemble de la période	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 60 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	17 mai – 5 novembre +/- 15 jours
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude
<p>lat</p> <p>lon</p> <p>étude</p> <p>référentiel</p> <p>sélection spatiale</p> <p>sélection spatio-temporelle</p>	<p>lat</p> <p>lon</p> <p>étude</p> <p>référentiel</p> <p>sélection spatiale</p> <p>sélection spatio-temporelle</p>
Sélection temporelle du référentiel	

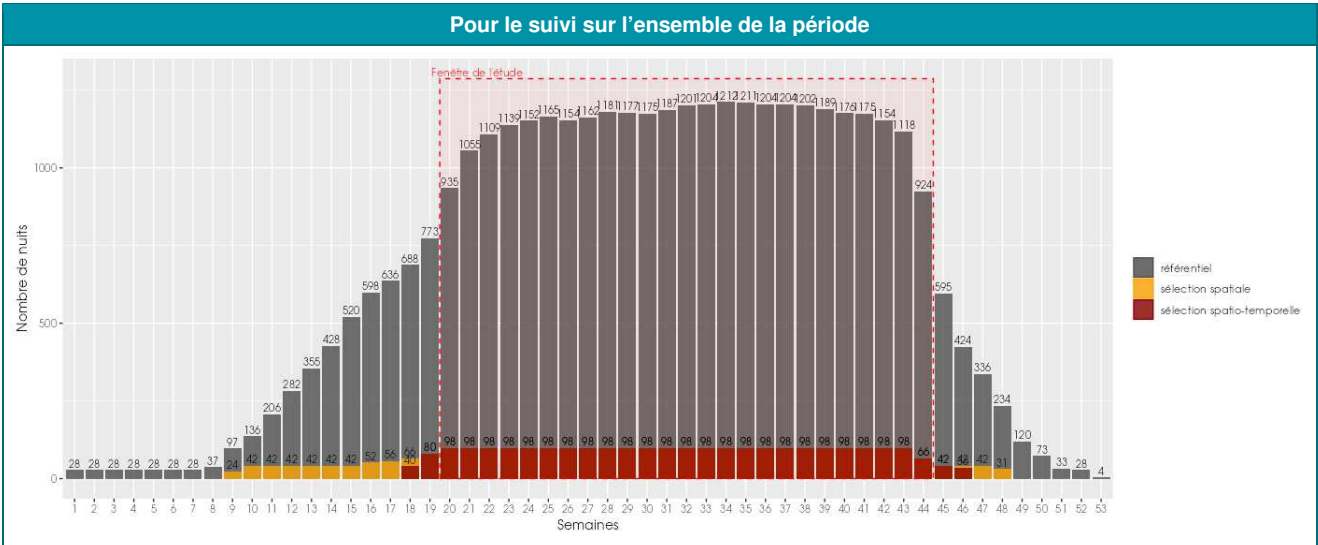
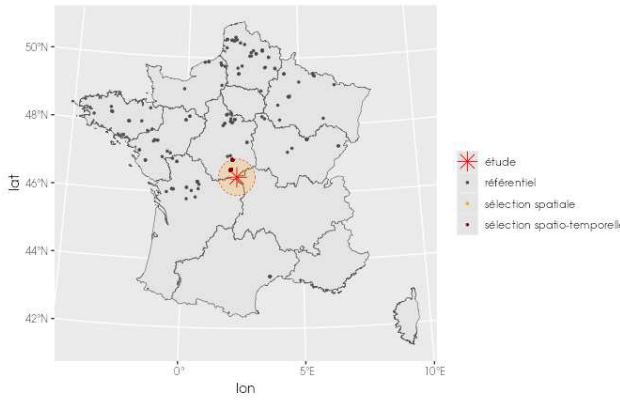
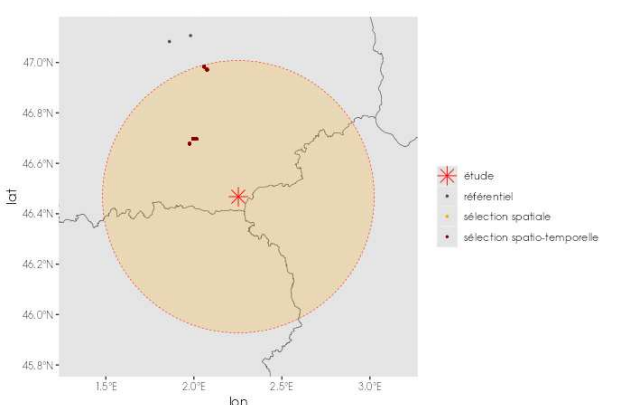


Tableau 5 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude pour la période de migration printanière

Pour le suivi sur la période de migration printanière	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 60 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	17 mai – 31 mai +/- 5 jours
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude
	
Sélection temporelle du référentiel	

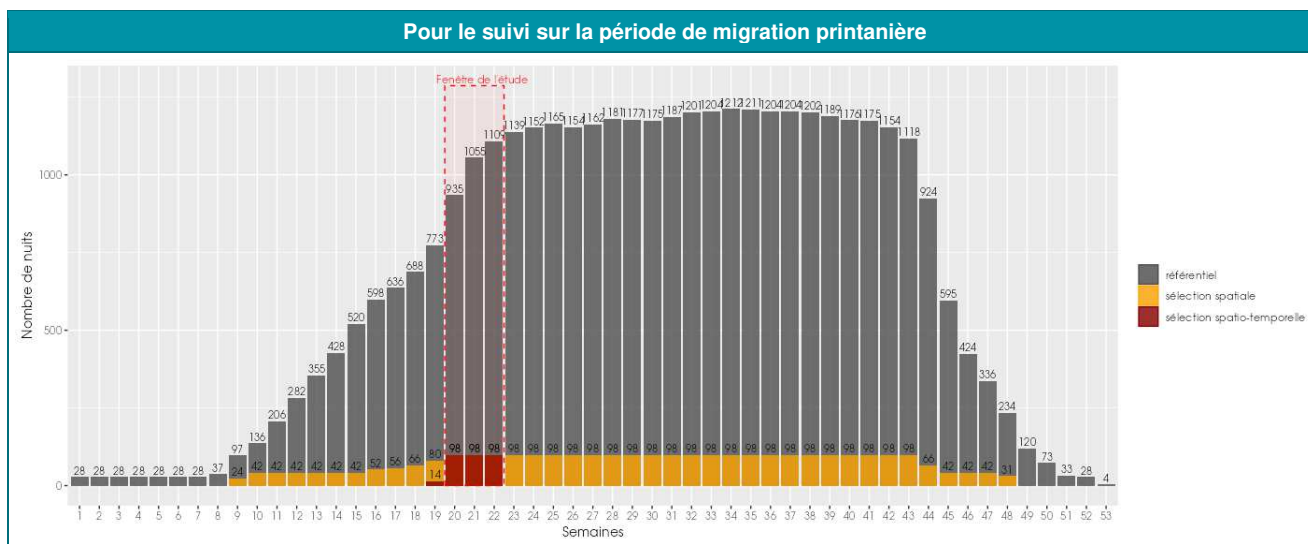
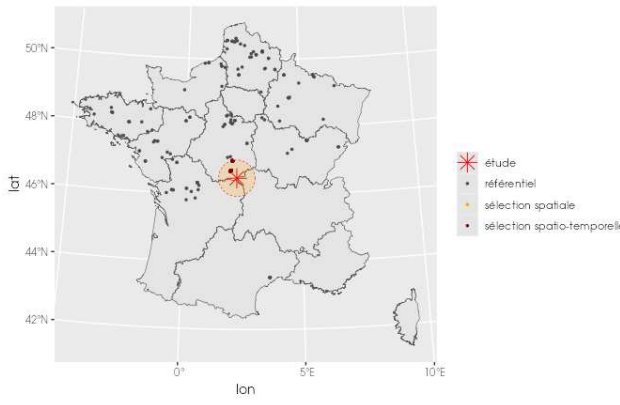
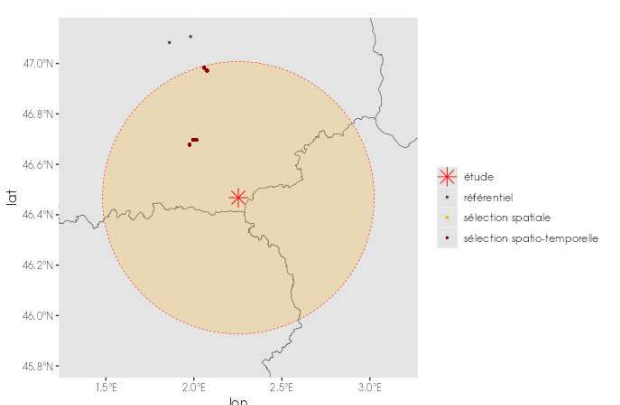


Tableau 6 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude pour la période estivale de mise-bas et d'élevage des jeunes

Pour le suivi sur la période de mise-bas	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 60 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	1er juin – 31 juillet +/- 5 jours
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude
	
Sélection temporelle du référentiel	

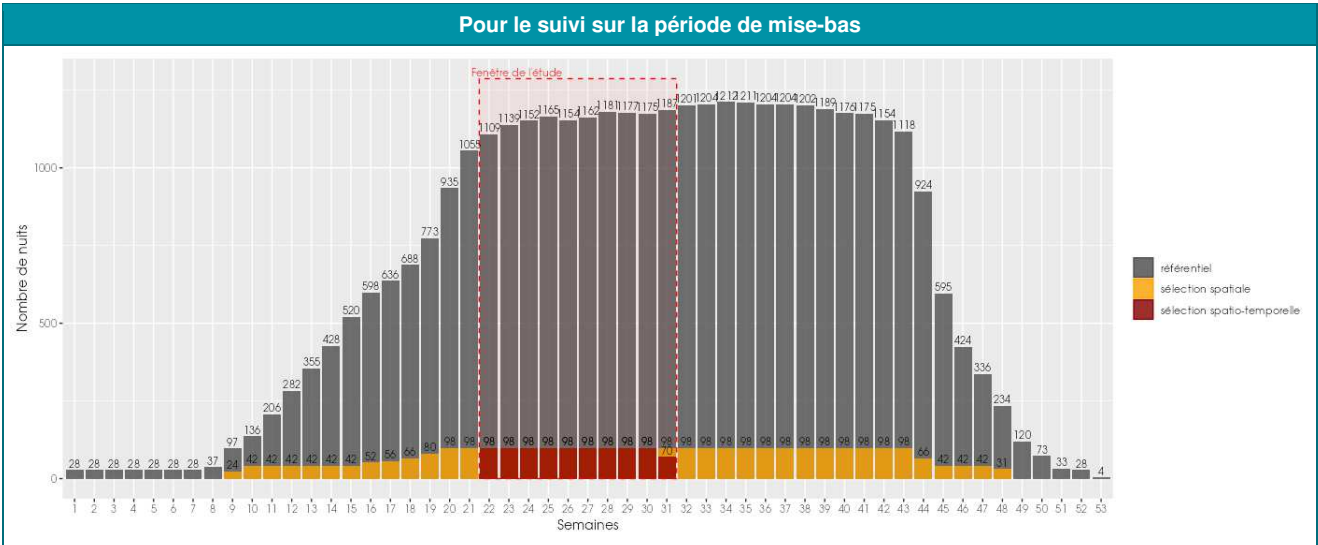
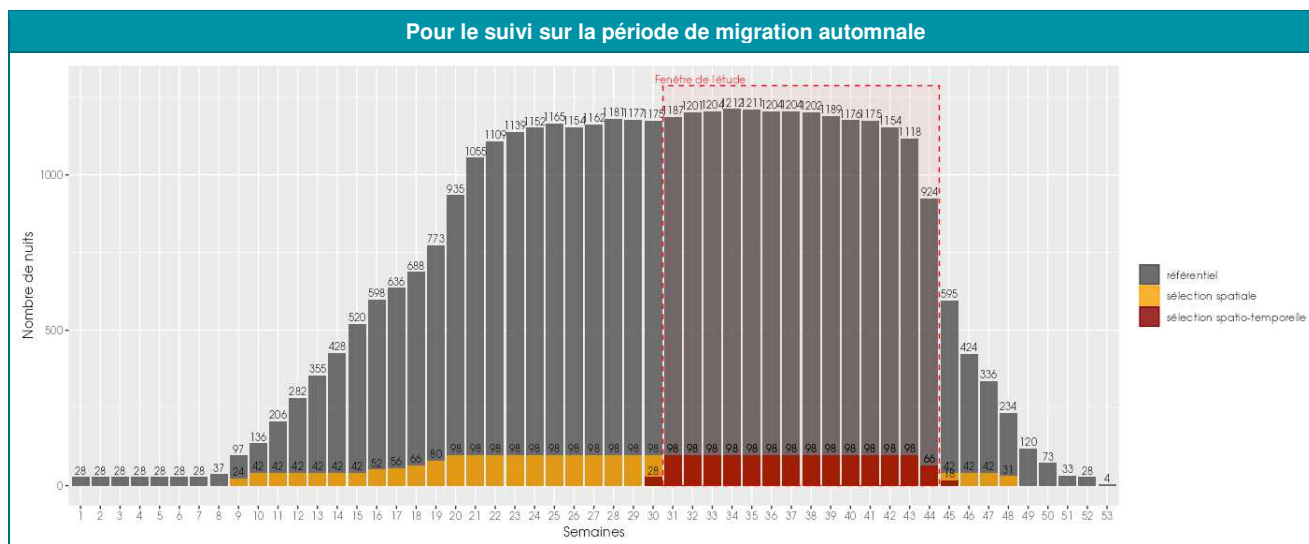


Tableau 7 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude pour la période de migration automnale

Pour le suivi sur la période de migration automnale	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 60 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	1er août – 5 novembre +/- 5 jours
Carte du référentiel 	Zoom sur la zone d'étude
Sélection temporelle du référentiel	



1.2.2.1.6.4. Estimation du niveau d'activité

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

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

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

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

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

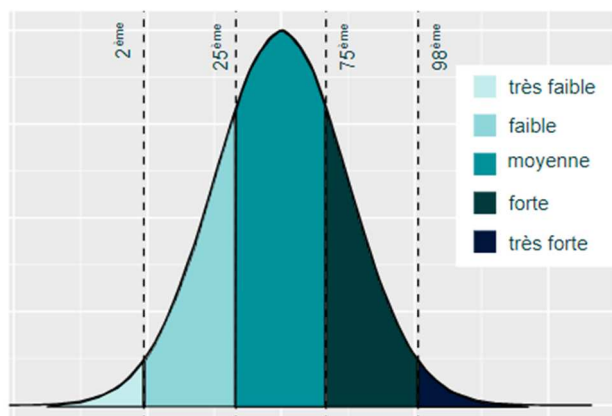


Figure 6 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude

Restitution des niveaux d'activité dans le rapport

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

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

1.2.2.1.7. Acquisition et croisement des données météorologiques

Les données météorologiques ont été transmises par Borex. Elles ont été acquises par les capteurs disposés sur l'éolienne E01 du parc éolien de Préveranges. La vitesse de vent et la température sont mesurées à 90 m de haut. Les données sont enregistrées toutes les 10 minutes.

Des données météorologiques sont absentes sur une seule plage horaire où de l'activité de chauves-souris est enregistrée : dans la nuit du 30 juin au 1^{er} juillet. Les autres absences de données ont eu lieu hors activité des chauves-souris ou de jour.

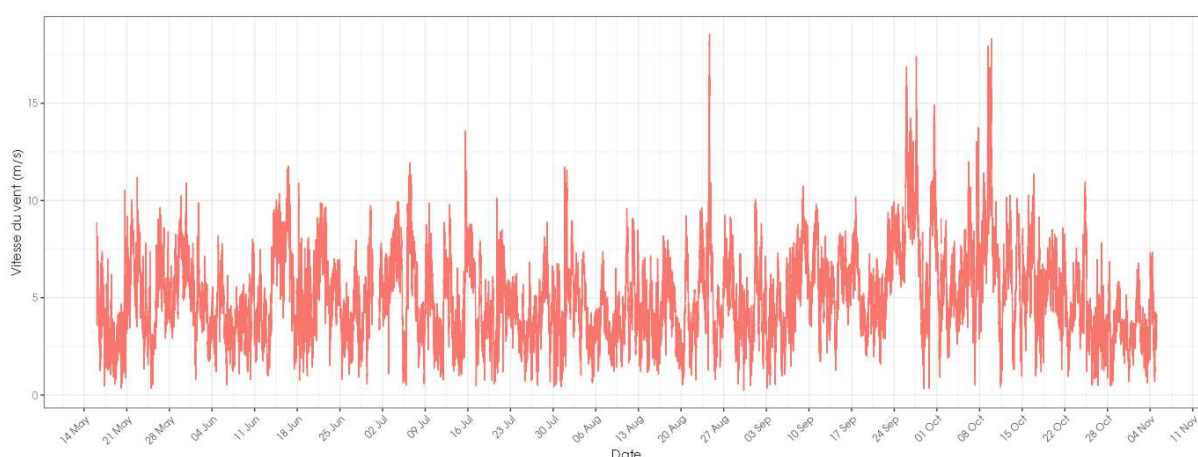


Figure 7. Schéma temporel de la vitesse du vent à 90 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E01 du parc de Préveranges, entre mai et novembre 2024

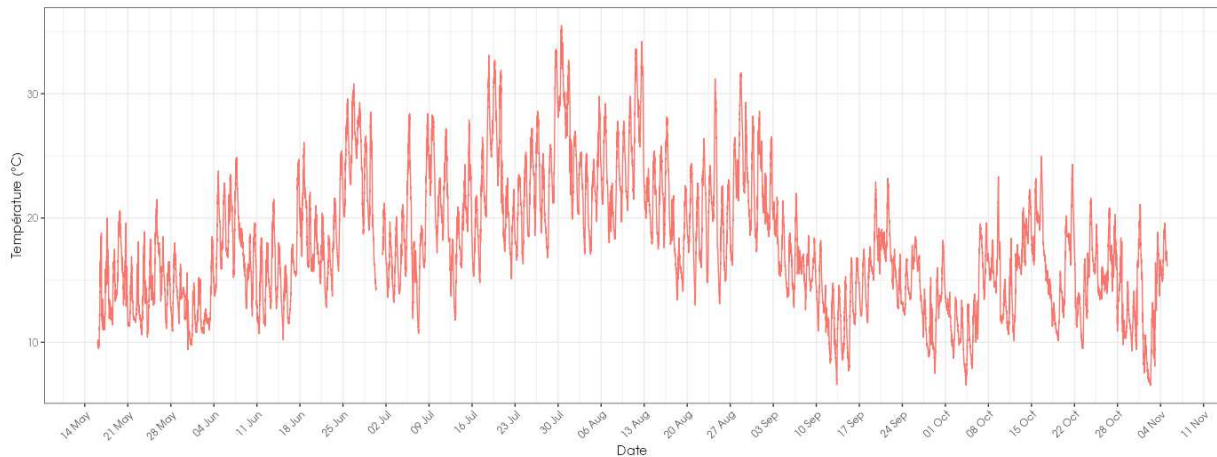


Figure 8. Schéma temporel de la température à 90 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E01 du parc de Préveranges, entre mai et novembre 2024

Une jointure est ensuite réalisée entre les données météorologiques et chiroptérologiques. Ainsi, pour chaque enregistrement de chauve-souris, nous disposons de la vitesse du vent et la température à 90 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 8.

Ainsi 24 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 14 mai 2024 au 22 octobre 2024.

Tableau 8 : Prospections de terrain et informations météorologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Suivi de mortalité (24 passages)		
1	14/05/2024	Température : 12,5 °C. Pluie : 0,41 mm/h. Vitesse du vent : 4,4 km/h. Direction du vent : S
2	21/05/2024	Température : 13,9 °C. Pluie : 0,78 mm/h. Vitesse du vent : 3 km/h. Direction du vent : SE
3	28/05/2024	Température : 15,7 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 1,5 km/h. Direction du vent : SO
4	04/06/2024	Température : 17,8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 3,2 km/h. Direction du vent : E
5	11/06/2024	Température : 14,3 °C. Pluie : 0,41 mm/h. Vitesse du vent : 4,9 km/h. Direction du vent : NO
6	18/06/2024	Température : 20,9 °C. Pluie : 0,03 mm/h. Vitesse du vent : 0,5 km/h. Direction du vent : SE
7	25/06/2024	Température : 23,8 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 8,6 km/h. Direction du vent : E
8	02/07/2024	Température : 17,4 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 6,9 km/h. Direction du vent : O
9	09/07/2024	Température : 25,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 6,2 km/h. Direction du vent : S
10	16/07/2024	Température : 19,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 11,8 km/h. Direction du vent : SO

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
11	23/07/2024	Température : 21,9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 2,8 km/h. Direction du vent : O
12	30/07/2024	Température : 29,5 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 2,9 km/h. Direction du vent : SE
13	06/08/2024	Température : 24,6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 5,5 km/h. Direction du vent : NE
14	13/08/2024	Température : 22,3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 3,4 km/h. Direction du vent : O
15	20/08/2024	Température : 20 °C. Pluie : 0,01 mm/h. Vitesse du vent : 4,8 km/h. Direction du vent : SE
16	27/08/2024	Température : 22,3 °C. Pluie : 0,02 mm/h. Vitesse du vent : 8,1 km/h. Direction du vent : E
17	03/09/2024	Température : 18,6 °C. Pluie : 1,62 mm/h. Vitesse du vent : 2,1 km/h. Direction du vent : E
18	10/09/2024	Température : 16,4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 6,7 km/h. Direction du vent : O
19	17/09/2024	Température : 15,7 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 19,7 km/h. Direction du vent : NE
20	24/09/2024	Température : 14,7 °C. Pluie : 0,07 mm/h. Vitesse du vent : 14,8 km/h. Direction du vent : SO
21	01/10/2024	Température : 14,3 °C. Pluie : 1,07 mm/h. Vitesse du vent : 3,8 km/h. Direction du vent : NE
22	08/10/2024	Température : 15,9 °C. Pluie : 0,07 mm/h. Vitesse du vent : 11,1 km/h. Direction du vent : SE
23	15/10/2024	Température : 20 °C. Pluie : 0,05 mm/h. Vitesse du vent : 6 km/h. Direction du vent : SE
24	22/10/2024	Température : 13 °C. Pluie : 0,02 mm/h. Vitesse du vent : 3,9 km/h. Direction du vent : NO
Tests de prédation (2 tests)		
Test 1	03/06/2024	Dépôt de 40 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	12/08/2024	Dépôt de 40 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Tests d'efficacité de recherche (2 tests)		
Test 1	18/06/2024	Dépôt de 55 leurres
Test 2	27/08/2024	Dépôt de 60 leurres
Suivi de l'activité des chiroptères		
-	Du 17/05 au 05/11/2024	Enregistrements en continu depuis l'éolienne E01, avec un microphone placé au niveau de la nacelle à 90 m de hauteur, du 17 mai au 05 novembre 2024, soit pendant plus de 5 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 ». 40 cadavres de jeunes rats (fraîchement décongelés, catégories « Petit rats 25 – 50g ») ont été disposés de manière aléatoire (localisations générées seulement une fois par SIG puis réutilisées pour chaque test) sur l'ensemble des zones de prospections (tampon de 60 m autour des éoliennes). Les visites de contrôle ont été menées lors de différents jours (J+1, J+2, J+4, J+7, J+10, J+14), tôt le matin, pendant deux semaines. L'opérateur avait la charge de noter la présence de tous les cadavres avec identification et localisation des cadavres disparus à chaque passage dédié.

1.2.3.2 Réalisation des tests d'efficacité de l'observateur

Pour les secteurs prospectés, ce coefficient varie en fonction du couvert végétal (densité, hauteur) et, donc, de la période de l'année. Celui-ci a été évalué en plaçant des leurres à l'insu de l'observateur. Au minimum, 15 leurres par grand type d'habitat observé à chaque test ont été disposés aléatoirement (soit de 55 à 60 leurres disposés par test, Tableau 9). La pose est

réalisée tôt le matin avant le lancement du suivi. Des leurres non organiques ont été déployés (pas de risques de disparition par les prédateurs). La position de chaque leurre est enregistrée au GPS. Le test se déroule pendant la réalisation du suivi de mortalité par l'observateur selon le protocole habituel des transects circulaires. L'observateur a noté et localisé les leurres retrouvés et l'opérateur en charge du test, contrôle à la fin du suivi de mortalité, le nombre de leurres découverts par catégorie d'occupation du sol testée.



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

Tableau 9 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 2 tests).

	E01	E02	E03	E04	Parc ensemble
Occupations du sol					
Friche	0	3	14	8	25
Plateforme	8	6	7	9	30
Prairie	15	15	15	0	45
Tournesol	15	0	0	0	15
Hauteurs de végétation					
0	8	6	7	9	30
5	15	0	0	0	15
10	0	0	15	0	15
25	15	18	14	8	55
Dates de tests					
18/06/2024	21	6	16	12	55
27/08/2024	17	18	20	5	60
Total	38	24	36	17	115

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 totalité du suivi a été réalisée par la même personne (qui a été testée à deux reprises).

Il est également important de noter qu'elle est aussi variable en fonction de la hauteur de végétation et du type d'occupation du sol (Borner et al., 2017). Dans le but d'obtenir des données exploitables, la mise en place des tests s'est fait de manière à pouvoir bénéficier d'un maximum de cas de figure rencontrés par l'opérateur en charge du suivi. Au total, avec les deux tests réalisés, ce sont 4 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 4 hauteurs différentes de végétation.

A noter la forte présence de vaches lors des suivis au niveau des parcelles prospectable, ce qui réduit fortement les zones prospectées lors de ce suivi par notre observateur.

1.2.1 Équipe de travail

Une équipe pluridisciplinaire a été constituée dans le cadre de cette étude (Tableau 10).

Tableau 10 : Équipe de travail

Domaines d'intervention	Intervenants	Qualité et qualification
Coordination et rédaction de l'étude	Ludivine DOYEN	Directrice du Développement Eolien et Photovoltaïque Terrestre France et Outre-Mer – 20 ans d'expérience
Expertise des chiroptères en hauteur	Pierre DELESSARD	Expert fauniste – Chiroptérologue Master 2 « Toxicologie de l'environnement » - 5 ans d'expérience
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (24 sessions)	Vincent RENARDIER	Technicien - Fauniste BTS Gestion et Protection de la Nature – 4 ans d'expérience
Contrôle Qualité	Nicolas CARENTON	Chef de projet biostatistiques Master « Ecologie et Eco-Ingénierie des Zones Humides » - 3 ans d'expérience

2 Synthèse et analyse des résultats

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

2.1.1 Espèces contactées

D'après les enregistrements réalisés en hauteur, 10 espèces de chiroptères sont présentes ou considérées comme telles au niveau du parc éolien de Préveranges :

- 6 espèces contactées lors des inventaires de terrain (Cf. Annexe IV) :
 - Grand Murin (*Myotis myotis*) ;
 - Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*) ;
 - Noctule commune (*Nyctalus noctula*) ;
 - Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) ;
 - Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ;
 - Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*).
- 4 espèces contactées au sein de leur groupe d'espèces et considérées présentes :
 - Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ;
 - Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) ;
 - Oreillard gris (*Plecotus austriacus*) ;
 - Oreillard roux (*Plecotus auritus*).
- 4 groupes d'espèces correspondant aux contacts de chiroptères n'ayant pas pu être déterminés jusqu'à l'espèce par la méthode acoustique :
 - Groupes des « sérotines » (*Eptesicus serotinus* / *Nyctalus* sp.) ;
 - Groupe des petits murins indéterminés (*Myotis* sp.)
 - Groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius (*Pipistrellus kuhlii* / *P. nathusii*) ;
 - Groupe des Oreillards indéterminés (*Plecotus* sp.).

En 2024, dix espèces de chauves-souris ont été contactées, à hauteur de nacelle, au niveau de l'éolienne E01, ce qui représente 40% des 25 espèces présentes en région Centre-Val de Loire.

La richesse spécifique contactée lors de l'étude en hauteur (9 espèces) est jugée élevée. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en hauteur ainsi que quelques espèces plus rares telles que la Grande Noctule, les oreillards et les petits murins.

Tableau 11 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc de Préveranges en 2024.

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux			
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	An. II et IV	Art. 2	LC	LC	DZ	-

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux			
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	An. IV	Art. 2	VU	DD	-	-
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	-
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	An. IV	Art. 2	NT	LC	-	-
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	An. IV	Art. 2	NT	LC	-	-
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	An. IV	Art. 2	LC	LC	-	-
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	An. IV	Art. 2	NT	NT	DZ	-
Oreillard gris <i>Plecotus austriacus</i>	An. IV	Art. 2	LC	LC	-	-
Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>	An. IV	Art. 2	LC	DD	DZ	-

Légende :

- An. II/IV : espèces inscrites aux annexes II et/ou IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats ».
- Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.
- Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus.
- LRN : La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine (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).
- Niveau de rareté à l'échelle régionale : E : exceptionnel ; RR : très rare ; R : rare ; AR : assez rare ; PC : peu commun ; AC : assez commun ; C : commun ; CC : très commun

2.1.2 Abondance relative

Au cours de la période d'enregistrement (171 nuits exploitables entre le 17 mai et le 5 novembre 2024), 11 179 contacts de 5 secondes ou 4 482 minutes (soit 74h42) 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 (90 m), pendant les 171 nuits d'écoute.

Tableau 12 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 90 m

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	4	0,04%	4	0,09%
Groupe des murins de petite taille indéterminés <i>Myotis sp.</i>	2	0,02%	2	0,04%
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	4	0,04%	4	0,09%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	137	1,23%	84	1,87%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	1505	13,46%	892	19,90%

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 (%)
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	43	0,38%	33	0,74%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	1479	13,23%	728	16,24%
Groupe des Oreillards indéterminés <i>Plecotus</i> sp.	13	0,12%	4	0,09%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	3520	31,49%	1477	32,95%
Groupe Pipistrelles de Kuhl / <i>Nathusius</i> <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>nathusii</i>	4472	40,00%	1254	27,98%
Total	11179	100,00%	4482	100,00%

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

- La Pipistrelle commune est l'espèce la plus représentée en altitude, avec plus de 32% des contacts en « minutes positives » pour un total de 1477 minutes positives d'activité sur 4482. L'espèce est typiquement bien représentée en altitude, mais généralement, en région Centre-Val de Loire, elle est dépassée par une ou les deux espèces de noctules.
- La paire d'espèces des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius est le groupe le plus représenté en altitude, avec presque 28% des contacts en « minutes positives » pour un total de 1254 minutes positives d'activité sur 4482. Ce groupe d'espèces est généralement bien moins présent en altitude en région Centre-Val de Loire, ce qui peut être dû au caractère très bocager du milieu entourant le parc.
- La Noctule de Leisler est la deuxième espèce la plus représentée en altitude, avec un peu moins de 20% des contacts en « minutes positives » pour un total de 892 minutes positives d'activité sur 4482. C'est une proportion habituelle pour l'espèce en Centre-Val de Loire, généralement la deuxième ou troisième espèce la plus représentée. Une grande partie des contacts du groupe des « sérotules » appartient probablement à l'espèce.
- Le groupe des « sérotules » (Sérotine commune et noctules indéterminées) est le second groupe le plus représenté en altitude, avec plus de 16% des contacts pour un total de 728 minutes positives d'activité sur 4482.
- La Noctule commune est très peu représentée par rapport à ce qui se trouve généralement en altitude en région Centre-Val de Loire, avec 1,87% des contacts, soit 84 minutes positives d'activité sur 4482. La Noctule commune est très présente en région Centre notamment en période de migration et est souvent l'une des espèces les plus représentées en altitude, du fait que la région se situe sur les couloirs migratoires de l'espèce.
- Vient enfin la Sérotine commune, avec moins de 1% des contacts, soit 33 minutes positives identifiées avec certitude sur 4482. Une partie des contacts du groupe des « sérotules » appartient très probablement à cette espèce.
- D'autres espèces et groupes ont été contactés ponctuellement au cours de la période d'enregistrement, notamment la Grand Noctule, mais aussi le Grand Murin et les oreillards, avec chaque espèce ou groupe ayant 4 minutes positives d'activité pour 0,09% de l'activité totale chacun.
- Enfin, le groupe des petits murins indéterminés a également été contacté à deux reprises, pour 2 minutes positives d'activité, soit 0,04% de l'activité totale.

En 2024, le suivi a permis de comptabiliser 4 482 minutes positives au cours des 171 nuits de suivi effectives. Ainsi, **on obtient une moyenne de 26,2 minutes positives par nuit. Cela représente une activité importante et des proportions par espèces assez différentes de ce qui se rencontre généralement en région Centre-Val de Loire.** La présence de la Grande Noctule est à noter également, cette espèce étant présente de façon éparse dans la région, s'expliquant ici par la proximité (50km) de la forêt de Tronçais, principal gîte connu de l'espèce en région Centre.

2.1.3 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 (cf. Annexe II : Méthodes d'inventaires).

Tableau 13 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur sur l'ensemble de la période d'enregistrement

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité global quand présence ou absence	Niveau d'activité global quand présence uniquement
Grand Murin	172	2,33%	0,02	1,00	Non applicable	Non applicable
Grande Noctule	172	1,16%	0,02	2,00	Non applicable	Non applicable
Noctule commune	172	18,60%	0,49	2,63	Activité moyenne	Activité très faible
Noctule de Leisler	172	66,28%	5,16	7,78	Activité très forte	Activité très forte
Petits murins indéterminés	172	0,58%	0,01	2,00	Non applicable	Non applicable
Pipistrelles de Kuhl / Nathusius	172	55,81%	7,20	12,91	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune	172	61,05%	8,31	13,62	Activité très forte	Activité très forte
Oreillards indéterminés	172	1,16%	0,02	2,00	Activité très forte	Activité très faible
Sérotine commune	172	12,21%	0,19	1,57	Non applicable	Non applicable
Sérotine/Noctules indéterminées	172	66,28%	4,22	6,37	Activité très forte	Activité moyenne
Toutes espèces	172	82,00%	21,52	26,25	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

- Nombre de nuits : Nombre de nuits d'enregistrement en altitude ;
- Occurrence par point-nuit = rapport du nombre de points-nuits où l'espèce a été contactée sur le nombre de points-nuits total d'enregistrement sur la saison ;
- Activité moyenne quand présence ou absence = Moyenne du nombre de minutes positives par point-nuit en prenant en compte les points-nuits où l'espèce est présente et absente ;
- Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point-nuit en prenant en compte uniquement les points-nuits où l'espèce est présente ;
- Niveau d'activité quand présence ou absence = Niveau d'activité issu de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel ActiChiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques (cf. Tableau 4).

Sur l'ensemble de la période de suivi, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune ainsi que le groupe des pipistrelles de Kuhl/Nathusius, celui des « sérotines » et des oreillards présentent une activité jugée très forte. Certaines espèces, parmi lesquelles la Grande Noctule, présentent des niveaux d'activité « non applicable », en effet, les niveaux d'activité obtenus ne sont pas représentatifs, actuellement un ou deux contacts de ces groupes et espèces engendrent un niveau d'activité « très forte » en raison de leur faible présence dans les référentiels, ces espèces étant soit peu présentes dans la région (Grande Noctule) ou en altitude (Grand Murin, Sérotine commune et petits murins).

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 82 % des nuits, avec une activité très forte.

2.1.3.1 Activité en période printanière (mai)

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

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité au printemps quand présence ou absence	Niveau d'activité au printemps quand présence uniquement
Grand Murin	15	6,67%	0,07	1,00	Non applicable	Non applicable
Noctule commune	15	13,33%	0,27	2,00	Activité forte	Activité faible
Noctule de Leisler	15	40,00%	2,93	7,33	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelles de Kuhl / Nathusius	15	20,00%	3,33	16,67	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune	15	26,67%	3,67	13,75	Activité très forte	Activité très forte
Sérotine commune	15	26,67%	0,33	1,25	Non applicable	Non applicable
Sérotine/Noctules indéterminées	15	53,33%	2,07	3,88	Activité très forte	Activité forte
Toutes espèces	15	53,33%	10,40	19,50	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

- Nombre de nuits : Nombre de nuits d'enregistrement en altitude ;
- Occurrence par point-nuit = rapport du nombre de points-nuits où l'espèce a été contactée sur le nombre de points-nuits total d'enregistrement sur la saison ;
- Activité moyenne quand présence ou absence = Moyenne du nombre de minutes positives par point-nuit en prenant en compte les points-nuits où l'espèce est présente et absente ;
- Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point-nuit en prenant en compte uniquement les points-nuits où l'espèce est présente ;
- Niveau d'activité quand présence ou absence = Niveau d'activité issu de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel ActiChiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques (cf. Tableau 4).

Sur la période de migration printanière, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune ainsi que le groupe des pipistrelles de Kuhl/Nathusius et celui des « sérotules » présentent une activité jugée très forte. La Noctule commune, quant à elle, présente une activité jugée forte, mais ramenée à faible quand on ne prend en considération que les nuits où elle est présente (impliquant que quand elle est présente, elle l'est faiblement).

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 53 % des nuits, avec une activité très forte.

2.1.3.2 Activité en période estivale (juin à juillet)

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

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité en été quand présence ou absence	Niveau d'activité en été quand présence uniquement
Grand Murin	61	1,64%	0,02	1,00	Non applicable	Non applicable
Noctule commune	61	8,20%	0,11	1,40	Activité moyenne	Activité très faible
Noctule de Leisler	61	52,46%	3,59	6,84	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelles de Kuhl / Nathusius	61	57,38%	5,21	9,09	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune	61	60,66%	8,46	13,95	Activité très forte	Activité très forte

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité en été quand présence ou absence	Niveau d'activité en été quand présence uniquement
Sérotine commune	61	9,84%	0,18	1,83	Non applicable	Non applicable
Sérotine/Noctules indéterminées	61	55,74%	3,18	5,71	Activité très forte	Activité forte
Toutes espèces	61	79,00%	17,05	21,67	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

- Nombre de nuits : Nombre de nuits d'enregistrement en altitude ;
- Occurrence par point-nuit = rapport du nombre de points-nuits où l'espèce a été contactée sur le nombre de points-nuits total d'enregistrement sur la saison ;
- Activité moyenne quand présence ou absence = Moyenne du nombre de minutes positives par point-nuit en prenant en compte les points-nuits où l'espèce est présente et absente ;
- Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point-nuit en prenant en compte uniquement les points-nuits où l'espèce est présente ;
- Niveau d'activité quand présence ou absence = Niveau d'activité issu de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel ActiChiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques (cf. Tableau 4).

En période estivale de mise-bas et d'élevage des jeunes, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune ainsi que le groupe des pipistrelles de Kuhl/Nathusius et celui des « sérotules » présentent une activité jugée très forte. La Noctule commune, quant à elle, présente une activité jugée moyenne, mais ramenée à très faible quand on ne prend en considération que les nuits où elle est présente (impliquant que quand elle est présente, elle l'est très faiblement).

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

2.1.3.3 Activité en période automnale (août à novembre)

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

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité global quand présence ou absence	Niveau d'activité global quand présence uniquement
Grand Murin	96	2,08%	0,02	1,00	Non applicable	Non applicable
Grande Noctule	96	2,08%	0,04	2,00	Non applicable	Non applicable
Noctule commune	96	26,04%	0,76	2,92	Activité moyenne	Activité très faible
Noctule de Leisler	96	78,13%	6,47	8,28	Activité très forte	Activité très forte
Petits murins indéterminés	96	1,04%	0,02	2,00	Non applicable	Non applicable
Pipistrelles de Kuhl / Nathusius	96	60,42%	9,07	15,02	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle commune	96	65,63%	8,94	13,62	Activité très forte	Activité très forte
Oreillards indéterminés	96	2,08%	0,04	2,00	Activité très forte	Activité très faible
Sérotine commune	96	11,46%	0,18	1,55	Non applicable	Non applicable
Sérotine/Noctules indéterminées	96	73,96%	5,18	7,00	Activité très forte	Activité moyenne
Toutes espèces	96	88,00%	26,03	29,75	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

- Nombre de nuits : Nombre de nuits d'enregistrement en altitude ;

- Occurrence par point-nuit = rapport du nombre de points-nuits où l'espèce a été contactée sur le nombre de points-nuits total d'enregistrement sur la saison ;
- Activité moyenne quand présence ou absence = Moyenne du nombre de minutes positives par point-nuit en prenant en compte les points-nuits où l'espèce est présente et absente ;
- Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point-nuit en prenant en compte uniquement les points-nuits où l'espèce est présente ;
- Niveau d'activité quand présence ou absence = Niveau d'activité issu de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel ActiChiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques (cf. Tableau 4).

Sur la période de migration automnale, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune ainsi que le groupe des pipistrelles de Kuhl/Nathusius, celui des « sérotules » et des oreillards présentent une activité jugée très forte. La Noctule commune, quant à elle, présente une activité jugée moyenne, mais ramenée à très faible quand on ne prend en considération que les nuits où elle est présente (impliquant que quand elle est présente, elle l'est très faiblement).

Certaines espèces, parmi lesquelles la Grande Noctule, présentent des niveaux d'activité « non applicable », en effet, les niveaux d'activité obtenus ne sont pas représentatifs, actuellement un ou deux contacts de ces groupes et espèces engendrent un niveau d'activité « très forte » en raison de leur faible présence dans les référentiels, ces espèces étant soit peu présentes dans la région (Grande Noctule) ou en altitude (Grand Murin, Sérotine commune et petits murins).

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 88 % des nuits, avec une activité très forte.

2.1.4 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur

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

Série temporelle de l'activité acoustique

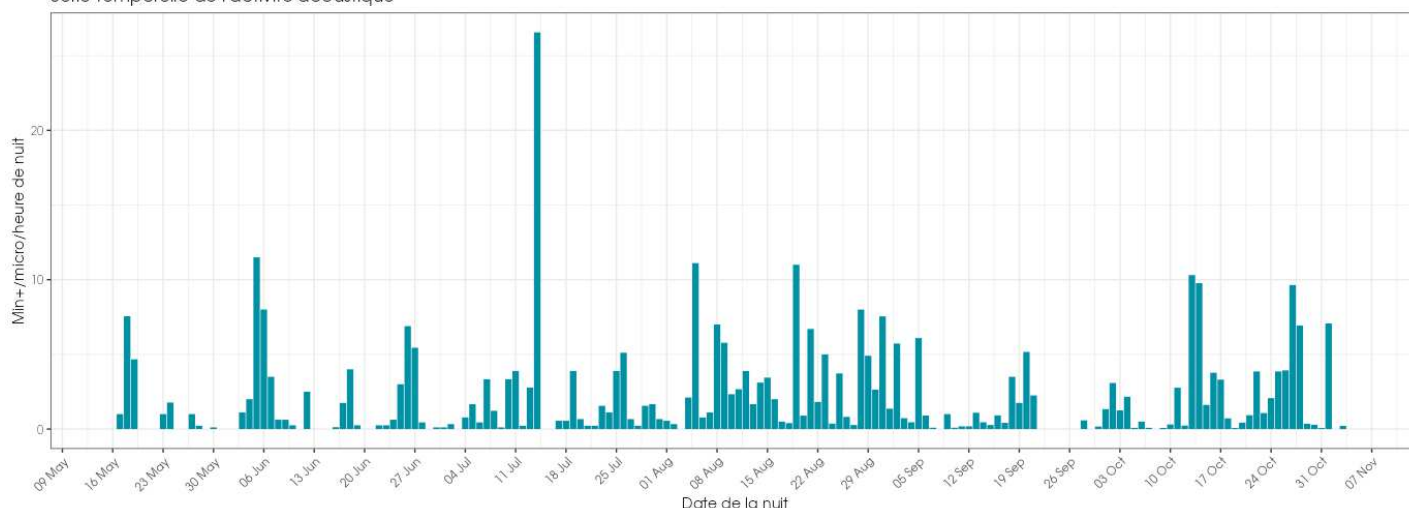


Figure 10 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistrée en altitude (90 m) au niveau de l'éolienne E01 de mai à novembre 2024

L'activité enregistrée à 90 m au niveau de l'éolienne E01 du parc de Préveranges montre une activité en dents de scie durant toute la période d'enregistrement. Le plus haut pic d'activité s'est produit début juillet, tandis que les autres plus petits pics d'activité ont lieu de façon plus régulière, approximativement une fois par mois.

2.1.4.1 Activité mensuelle

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

L'activité augmente progressivement de mai jusqu'au maximum en août. L'activité chute fortement en septembre avant de doubler en octobre et de légèrement diminuer en novembre, ce qui est notable du fait que seuls 5 jours ont été échantillonnés en novembre.

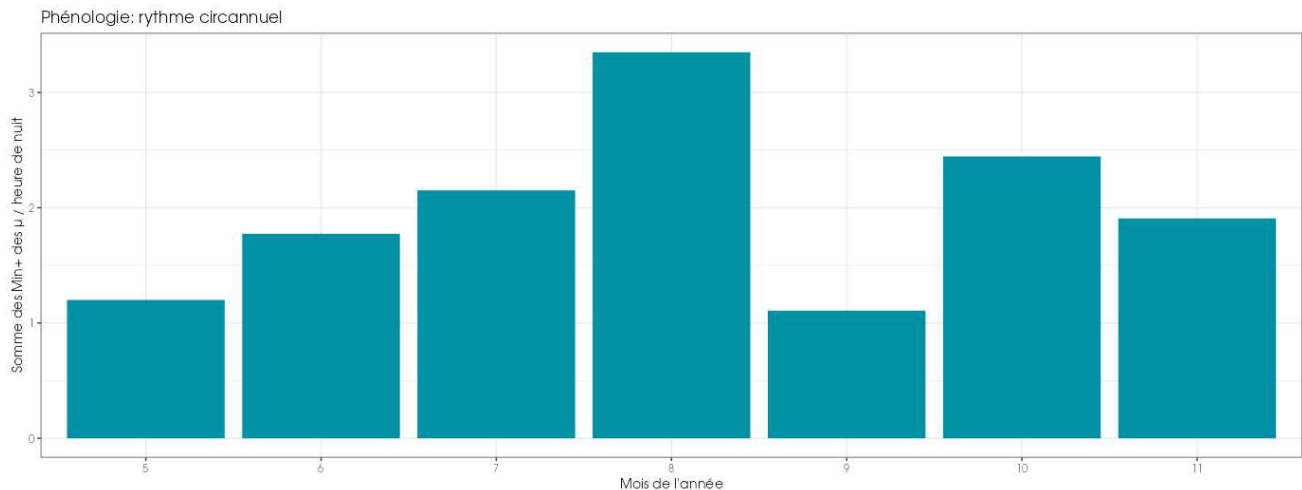


Figure 11 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (90 m) au niveau de l'éolienne E01 de mai à novembre 2024

■ *Pipistrelle commune*

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente presque 33 % du total des minutes positives obtenues et a une activité globalement très forte sur la période d'enregistrement.

L'activité de la Pipistrelle commune présente la même progression que l'activité globale, à l'exception que le pic d'activité de l'espèce est réparti sur les mois de juillet et août, avec un regain d'activité en octobre.

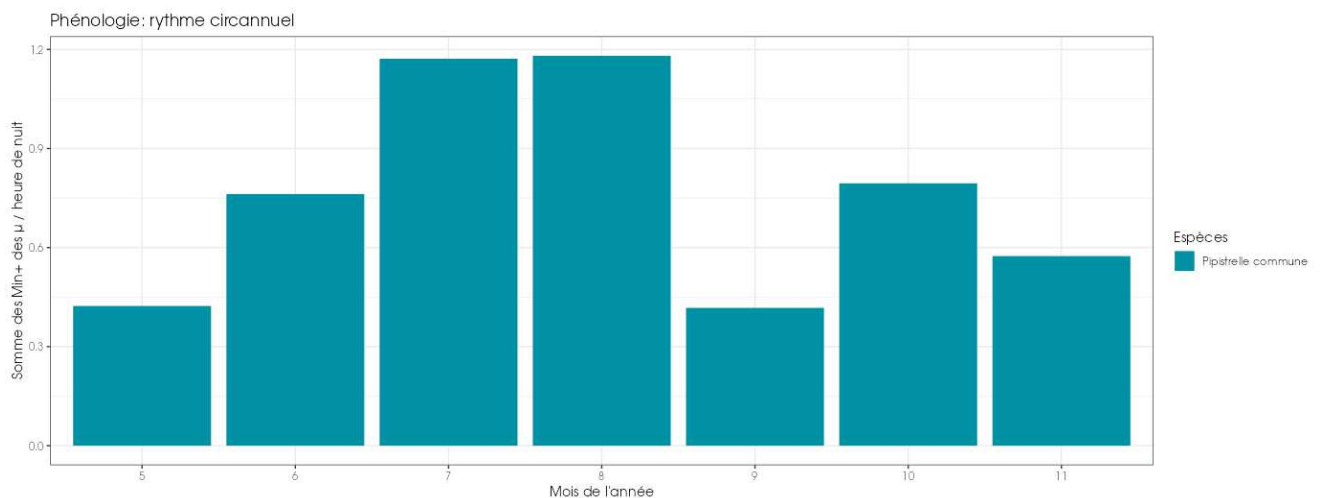


Figure 12 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne E01 de Préveranges en 2024.

■ *Groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius*

Pour rappel, la paire des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius représente près de 28% du total des minutes positives obtenues et a une activité globalement très forte sur la période d'enregistrement.

L'activité de la paire augmente graduellement jusqu'à un premier pic en août, après quoi l'activité diminue fortement en septembre. L'activité augmente ensuite très fortement en octobre puis atteint son pic en novembre, mois durant lequel seuls 5 jours ont été échantillonnés, le nombre de contact étant rapporté au nombre de nuits, cela explique que l'activité y soit élevée.

Les contacts en été sont considérés comme appartenant plutôt à l'activité estivale de chasse de la Pipistrelle de Kuhl, tandis que le pic d'activité en automne, particulièrement en octobre et début novembre, correspondraient plutôt aux mouvements migratoires de la Pipistrelle de Nathusius, qui s'avèreraient importants au niveau du parc.

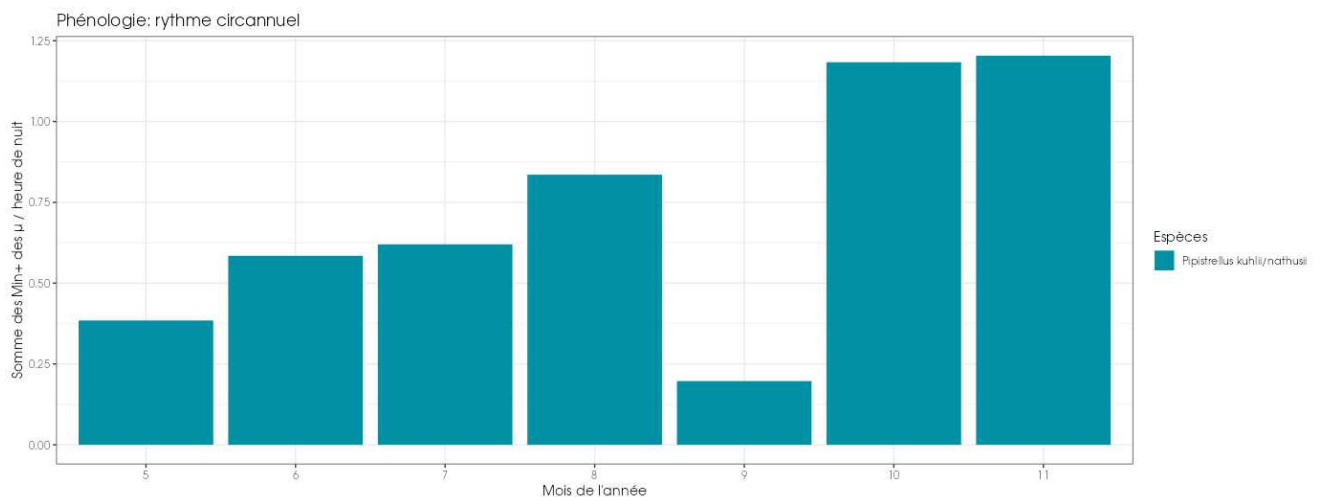


Figure 13 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la paire des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius, en altitude sur l'éolienne E01 de Préveranges en 2024.

■ Groupe Sérotine commune / Noctule de Leisler / Noctule commune

Pour rappel, le groupe des « sérotules » indéterminées représente 16% de l'activité globale, la Noctule de Leisler près de 20% de l'activité, la Noctule commune moins de 2%, la Sérotine commune moins d'1% et 4 minutes positives d'activité de la Grande Noctule ont été identifiées. L'activité de la Noctule de Leisler et des « sérotules » indéterminées est globalement très forte, tandis que l'activité de la Noctule commune est globalement moyenne, mais très faible quand on considère uniquement son activité quand elle est présente, ce qui indique que quand elle est contactée, elle l'est faiblement.

L'activité des « sérotules » est relativement constante au cours de la période d'enregistrement, à l'exception du pic d'activité en août, qui est le pic d'activité pour la Noctule de Leisler, la Noctule commune et les « sérotules » indéterminées. La Grande Noctule n'a été contactée qu'en août.

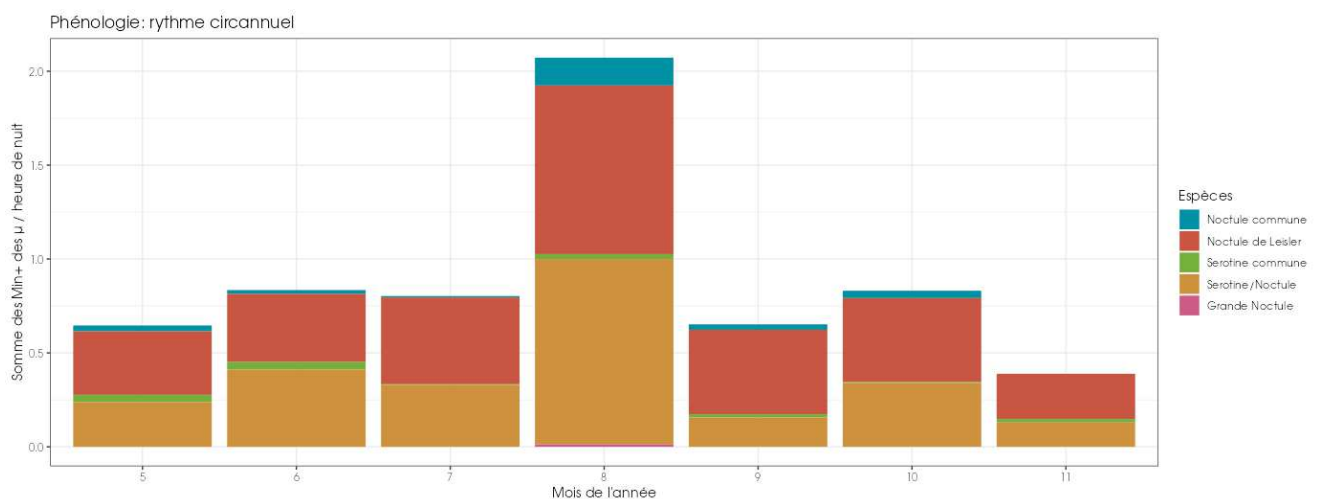


Figure 14 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les « sérotules », en altitude sur l'éolienne E01 de Préveranges en 2024.

■ Autres espèces (peu sensibles à la collision)

Ces espèces, le Grand Murin, les petits murins et les oreillards, représentent chacun moins d'1% de l'activité totale et sont des espèces seulement ponctuellement contactées en altitude.

Le Grand Murin a été contacté en mai, juin et septembre, les oreillards uniquement en août, et les petits murins seulement en septembre.

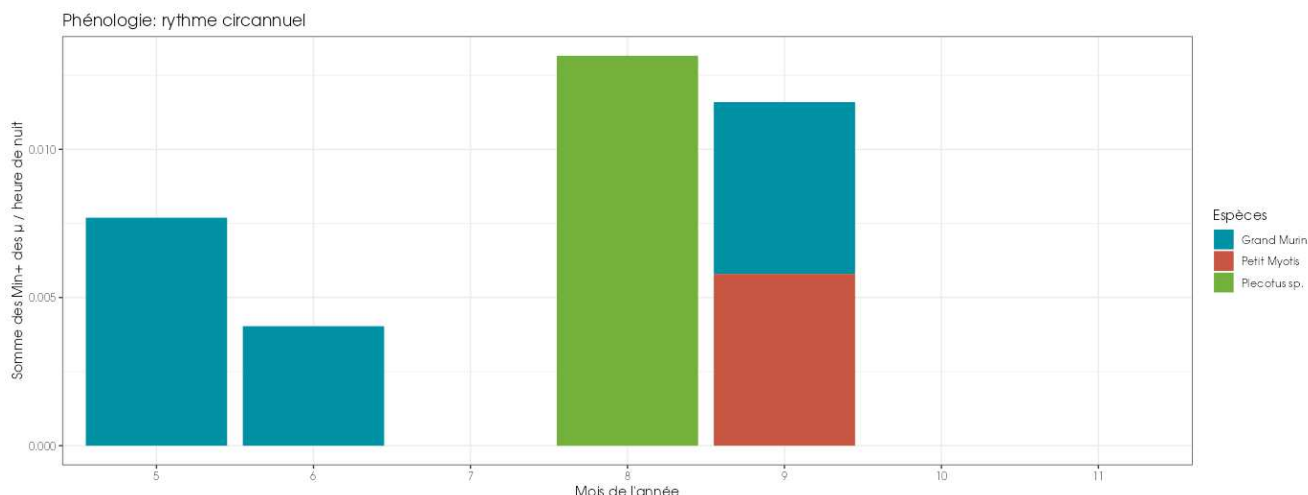


Figure 15 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les autres espèces ponctuellement contactées, en altitude sur l'éolienne E01 de Préveranges en 2024.

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

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

L'activité des chauves-souris, toutes espèces confondues, est globalement plus importante en début de nuit. Le pic d'activité a lieu au niveau de la deuxième heure de la nuit et diminue ensuite progressivement, avec un léger regain d'activité lors de la dixième heure, ce qui peut indiquer la présence d'une colonie à proximité.

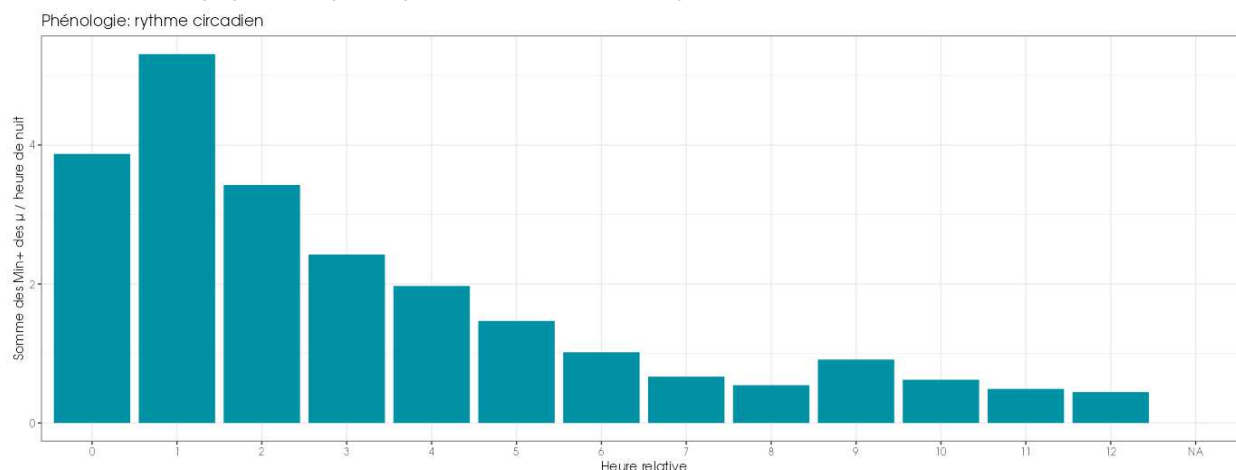


Figure 16 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (90 m), toutes espèces confondues, de mai à novembre 2024

■ Mai

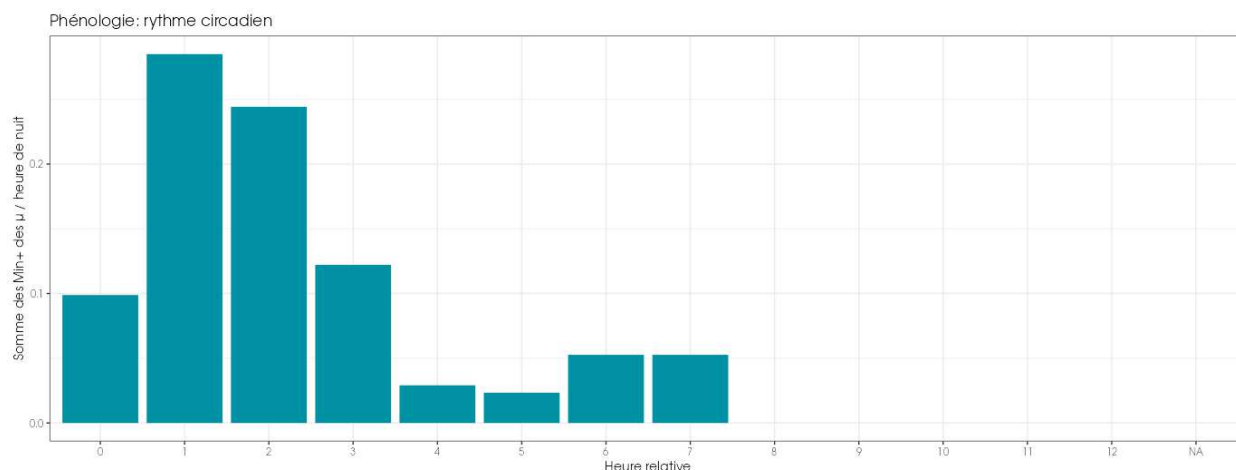


Figure 17 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (90 m), toutes espèces confondues, au mois de mai 2024

Au printemps, sur le mois de mai, l'activité est à son maximum durant la deuxième heure de la nuit, puis se poursuit jusqu'à la huitième heure. Un léger regain d'activité est observé aux septième et huitième heures et peut indiquer la présence d'une colonie à proximité.

■ Juin-juillet

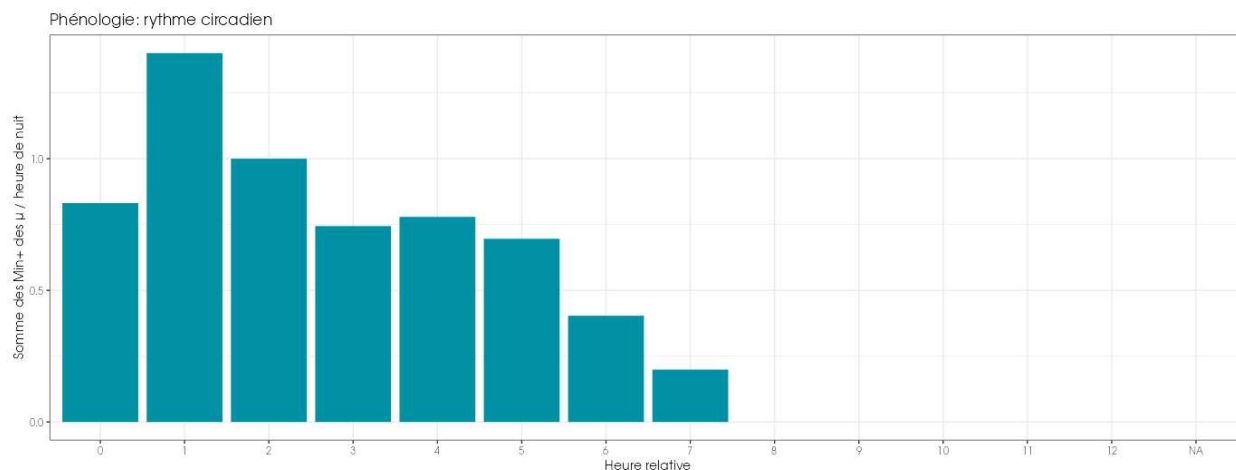


Figure 18 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (90 m), toutes espèces confondues, de juin à juillet 2024

En été, sur les mois de juin et juillet, l'activité est à son maximum durant la deuxième heure de la nuit, puis se poursuit jusqu'à la huitième heure en diminuant graduellement.

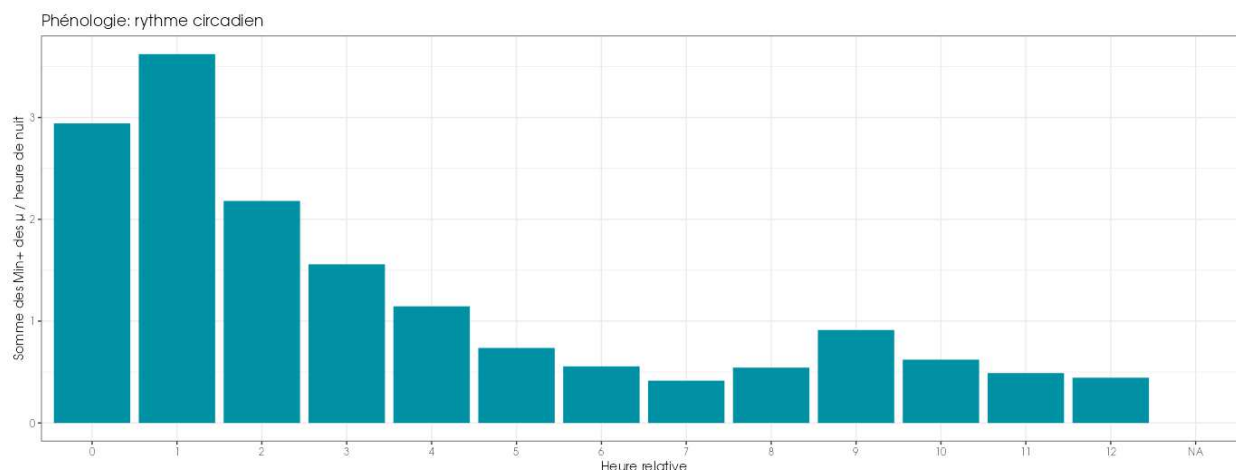
■ **Août-novembre**

Figure 19 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (90 m), toutes espèces confondues, d'août à novembre 2024

En période de migration automnale, l'activité est à son maximum durant la deuxième heure de la nuit, puis se poursuit jusqu'à la fin de la nuit. Un léger regain d'activité est observé à la dixième heure de la nuit puis diminue ensuite et peut indiquer la présence d'une colonie à proximité.

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

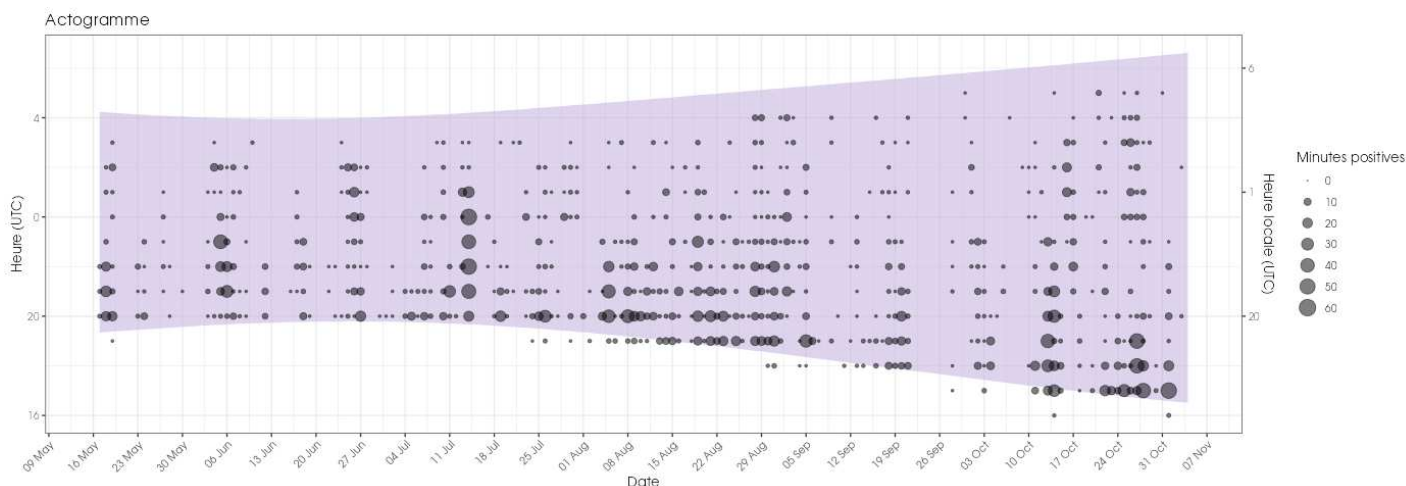


Figure 20 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (90 m)

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

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

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

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

Tableau 17 : Proportions des contacts obtenus en altitude en fonction de la durée après le coucher du soleil

Contacts en altitude	Durée après le coucher du soleil en-dessous de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus, et nombre de minutes positives correspondant					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	2h22 2207 min. pos.	4h26 3310 min. pos.	5h45 3751 min. pos.	6h45 3972 min. pos.	8h39 4192 min. pos.	10h49 4369 min. pos.
Période printanière (mai)	2h18 96 min. pos.	3h20 143 min. pos.	4h02 162 min. pos.	5h52 171 min. pos.	6h56 181 min. pos.	7h30 188 min. pos.
Période estivale (juin à juillet)	2h44 633 min. pos.	4h34 949 min. pos.	5h19 1075 min. pos.	5h53 1139 min. pos.	6h44 1202 min. pos.	7h26 1252 min. pos.
Période automnale (août à novembre)	2h12 1479 min. pos.	4h27 2218 min. pos.	6h07 2514 min. pos.	7h39 2661 min. pos.	9h18 2809 min. pos.	11h13 2927 min. pos.

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

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

- 90% de l'activité en altitude se concentre dans les 6h45 qui suivent le coucher du soleil ;
- 75% de l'activité en altitude se concentre dans les 4h26 qui suivent le coucher du soleil ;
- 50 % de l'activité en altitude a été obtenue entre le coucher du soleil et environ 2h22 après celui-ci.

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

L'année 2024 est la première année de suivi pour laquelle nous avons des données, et l'étude d'impact date de 2012, donc ces données ne sont pas comparables.

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

Les chapitres suivants présentent les analyses des activités notées à hauteur de nacelle (90 m) en fonction de différents paramètres météorologiques : vitesse du vent et température.

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

Il est à noter que les capteurs des paramètres météorologiques n'ont pas pu faire remonter des données pour l'ensemble des contacts de chauves-souris obtenus sur l'éolienne. Pour l'analyse de l'activité en fonction des paramètres météorologiques, le nombre total de minutes positives pour lesquelles les données météorologiques sont disponibles est de N=4 412 minutes positives sur 171 nuits de suivi, entre le 17 mai et le 5 novembre 2024, au lieu de 4 482 minutes.

2.1.6.1 Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 90 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mai à novembre 2024, les instruments de mesure installés sur l'éolienne E01 du parc de Préveranges ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de vitesse de vent allant de 0,23 à 18,56 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 90 m) et durant les 171 nuits de l'étude.

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

- La densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (fonction de densité – pdf) ;

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

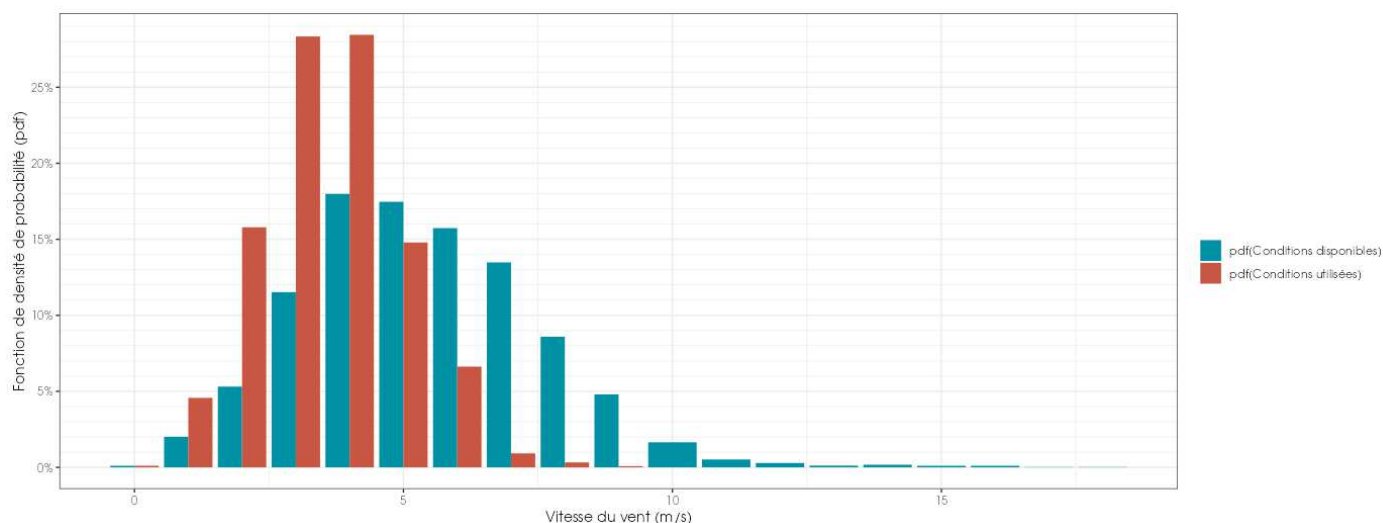


Figure 21 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (90 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Préveranges

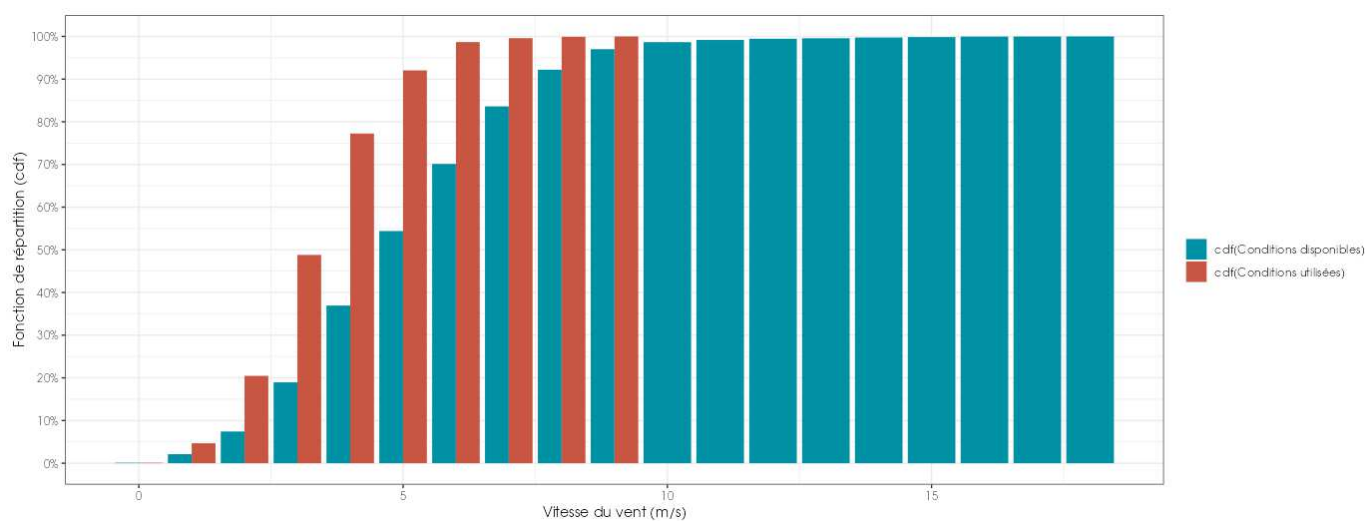


Figure 22 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (90 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Préveranges

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 80 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la vitesse du vent diminue de façon significative sur le site à partir de 5 m/s ;
- Les chauves-souris utilisent les conditions disponibles jusqu'à 9 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 18 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (90 m) en fonction de la vitesse du vent

Contacts en altitude	Vitesse de vent (en m/s à 90m) 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	3,50 m/s 2207 min. pos.	4,41 m/s 3310 min. pos.	5,05 m/s 3751 min. pos.	5,38 m/s 3972 min. pos.	5,67 m/s 4192 min. pos.	6,66 m/s 4369 min. pos.
Période printanière (mai)	2,97 m/s 96 min. pos.	3,69 m/s 143 min. pos.	3,76 m/s 162 min. pos.	4,00 m/s 171 min. pos.	4,36 m/s 181 min. pos.	7,18 m/s 188 min. pos.
Période estivale (juin à juillet)	3,04 m/s 633 min. pos.	3,66 m/s 949 min. pos.	4,27 m/s 1075 min. pos.	4,50 m/s 1139 min. pos.	5,15 m/s 1202 min. pos.	6,75 m/s 1252 min. pos.
Période automnale (août à novembre)	3,69 m/s 1479 min. pos.	4,79 m/s 2218 min. pos.	5,28 m/s 2514 min. pos.	5,49 m/s 2661 min. pos.	5,74 m/s 2809 min. pos.	6,33 m/s 2927 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 5,5 m/s.

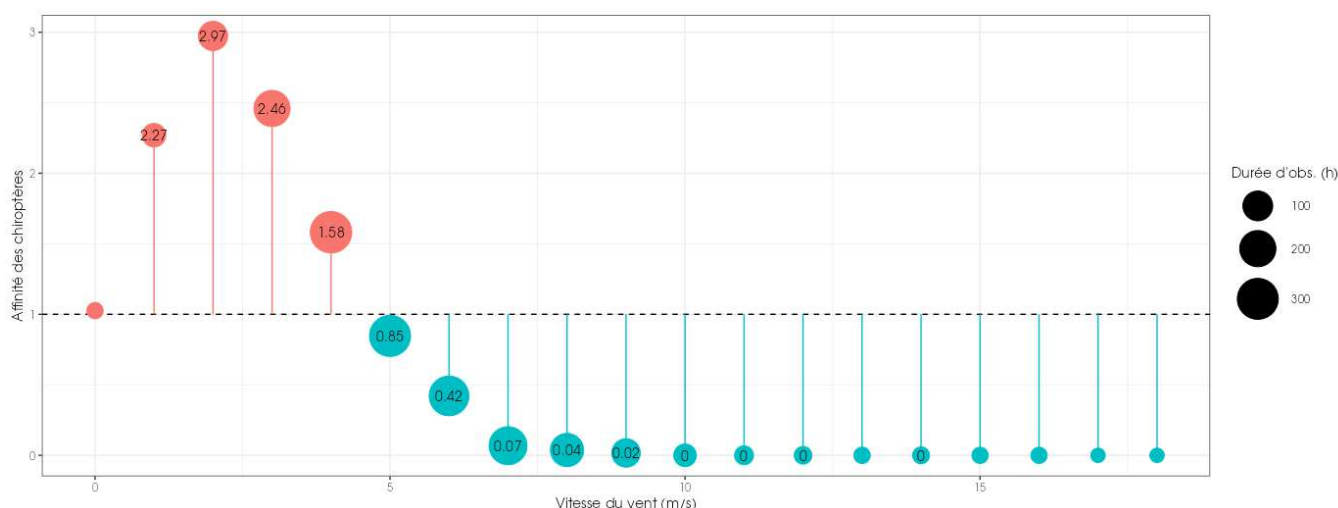


Figure 23 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (90 m) au niveau de l'éolienne E012 du parc de Préveranges

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la vitesse du vent (mesurée à 90 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 5,38 m/s ;
- 75% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures 4,41 m/s ;
- 50% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 3,50 m/s.

2.1.6.2 Activité en fonction de la température (°C) mesurée à 90 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mai à novembre 2024, les instruments de mesure installés sur la nacelle de l'éolienne E01 ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages de températures allant de 6,51 et 35,5°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 (90 m) et durant les 171 nuits de l'étude.

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

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

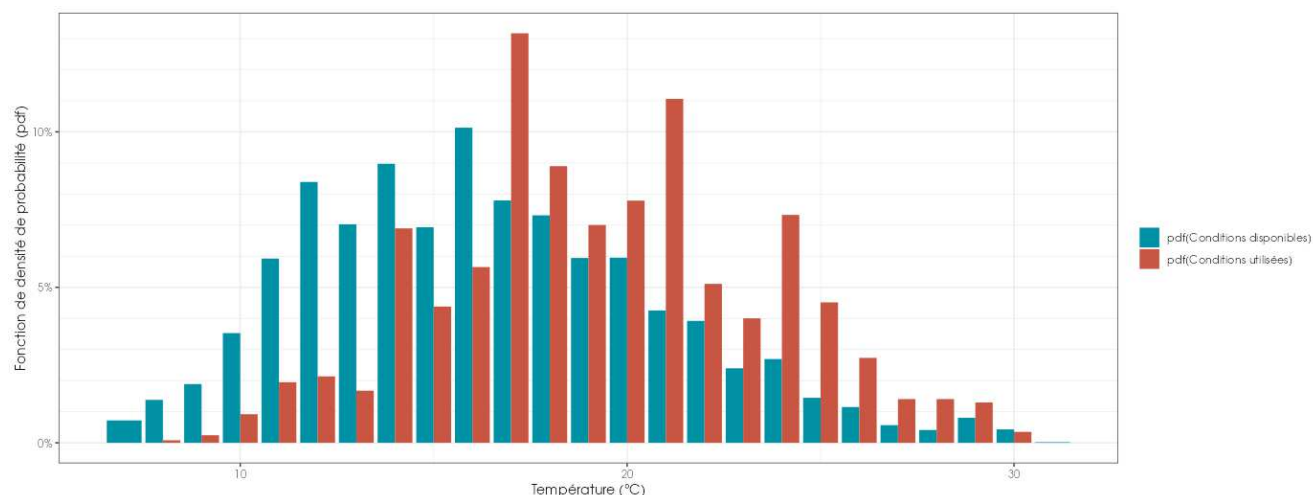


Figure 24 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (90 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Préveranges

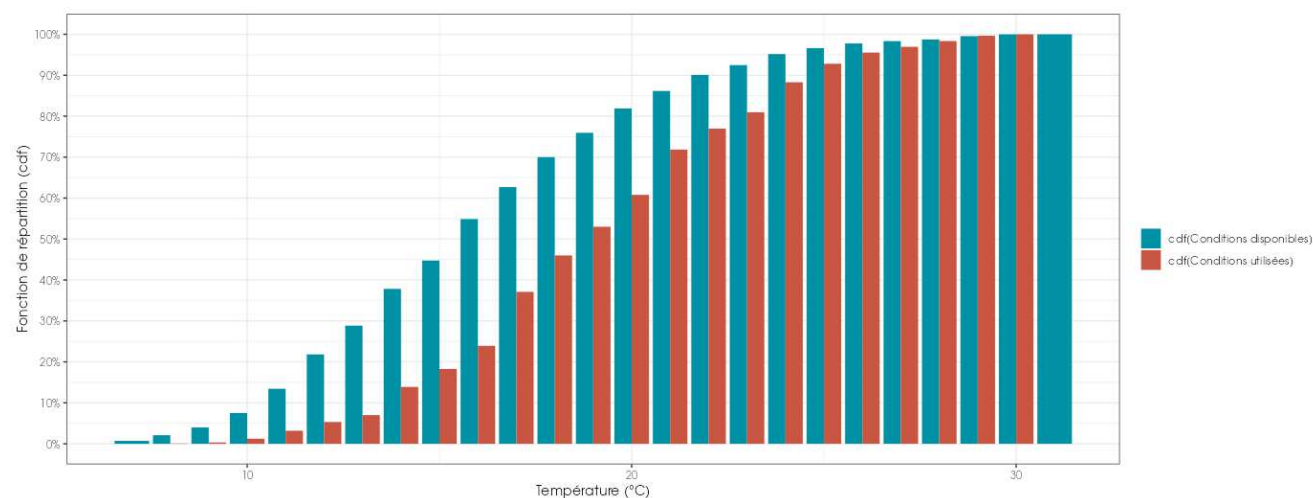


Figure 25 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (90 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Préveranges

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 90 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la température est plus importante pour des tranches de température au-dessus de 13°C ;

Les chauves-souris utilisent globalement les conditions disponibles au-dessus de 8°C, avec quelques observations à des températures de 5°C.

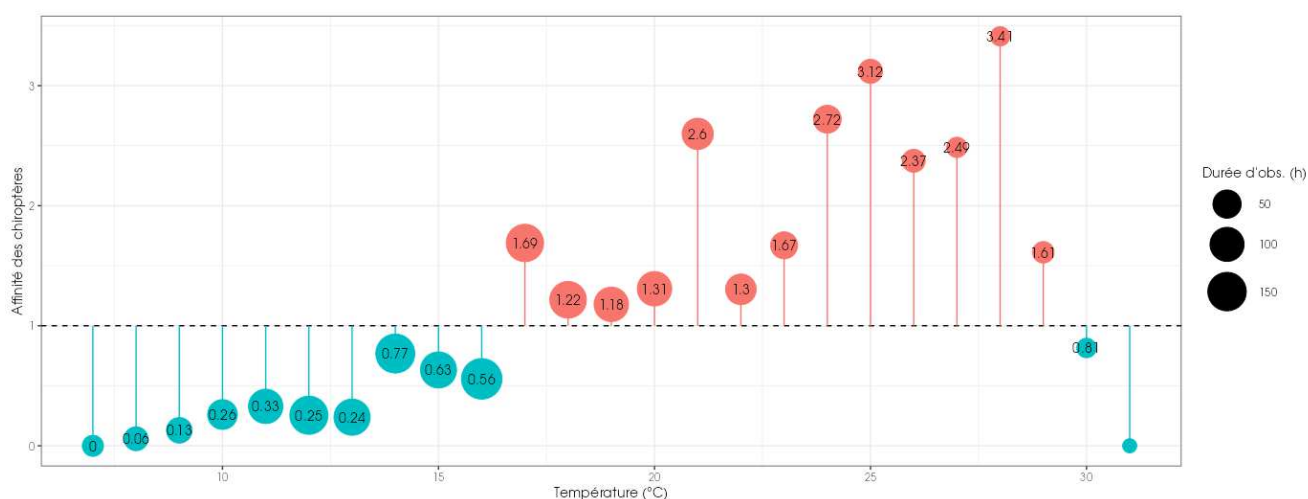
Le tableau suivant liste les températures au-dessus desquelles des proportions ciblées des contacts (toutes espèces confondues) ont été obtenues, pour l'ensemble des données en altitude.

Tableau 19 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane en fonction de la température

Contacts au-dessus de la médiane	Température (en °C à 90 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	19,20°C 2207 min pos	16,70°C 3310 min pos	14,80°C 3751 min pos	14,00°C 3972 min pos	12,70°C 4192 min pos	10,18°C 4369 min pos
Période printanière (mai)	14,20°C 96 min pos	13,70°C 143 min pos	13,60°C 162 min pos	13,10°C 171 min pos	12,70°C 181 min pos	12,06°C 188 min pos
Période estivale (juin à juillet)	20,80°C 633 min pos	19,30°C 949 min pos	17,40°C 1075 min pos	17,30°C 1139 min pos	15,90°C 1202 min pos	14,50°C 1252 min pos
Période automnale (août à novembre)	18,50°C 1479 min pos	16,47°C 2218 min pos	14,50°C 2514 min pos	13,62°C 2661 min pos	11,60°C 2809 min pos	10,00°C 2927 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 14°C.

**Figure 26 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (90 m)**

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la température (mesurée à 90 m), permet de tirer les informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été enregistrée à des températures supérieures à 14°C ;
- 75% de l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 16,7°C ;
- 50% l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 19,2°C.

2.1.6.3 Combinaison des facteurs température et vitesse de vent

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

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

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

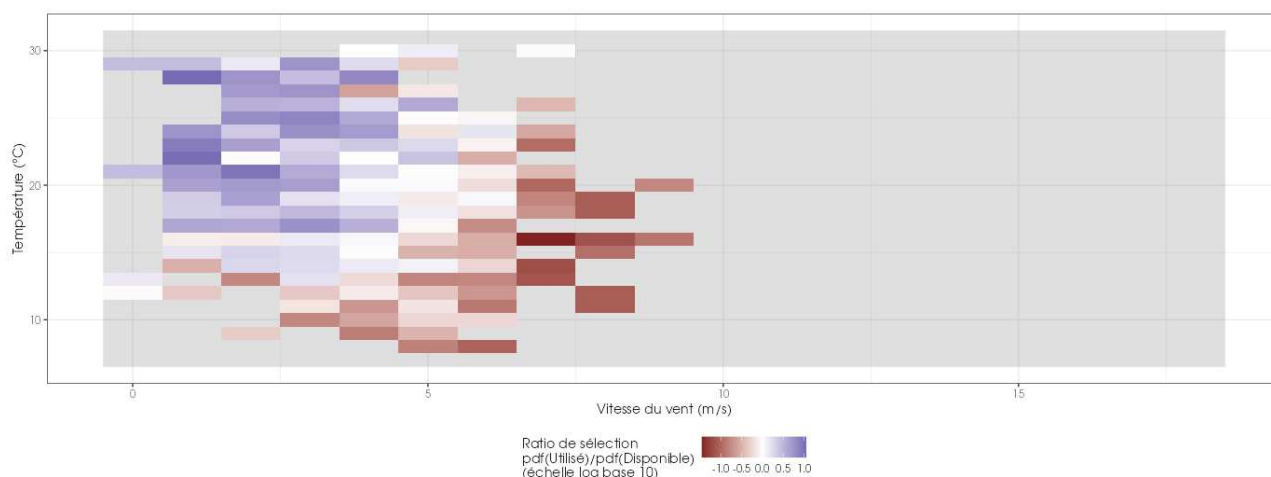


Figure 27 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 90 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris

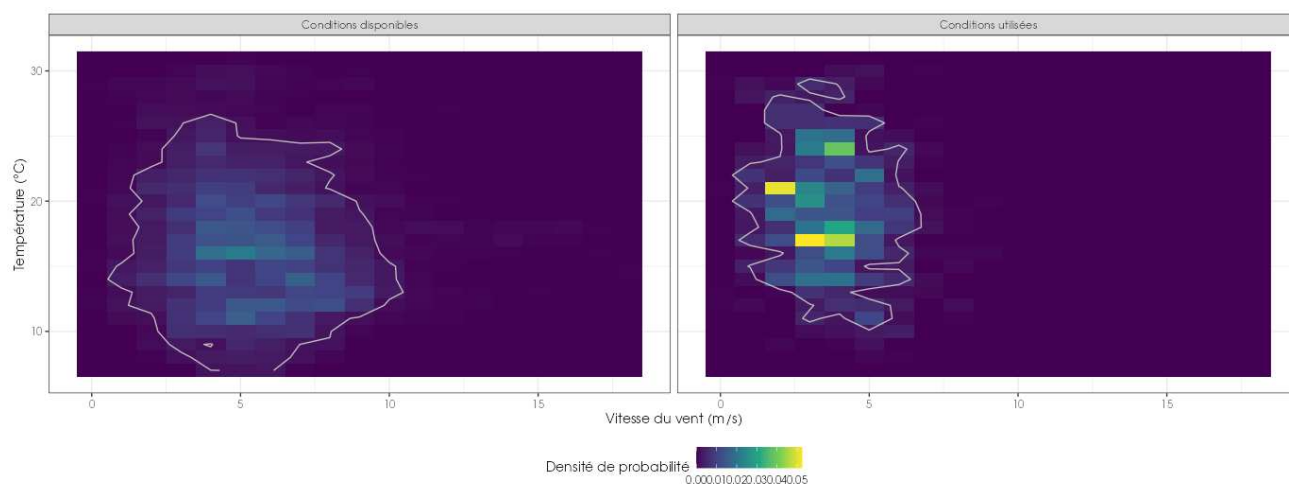


Figure 28 : Météorologie enregistrée sur les capteurs, à gauche - Conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris, à droite. L'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le parc de Préveranges et de l'activité des chiroptères enregistrée, il ressort que l'utilisation du site par les chauves-souris est majoritaire dans une gamme de températures comprises entre 13 et 30°C et de vitesses de vent comprises entre 0 et 6 m/s.

2.1.7 Synthèse de l'activité des chiroptères en hauteur

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

Un dispositif d'enregistrement automatique (SM4BAT) équipé d'un micro a été placé à 90 m au sein de la nacelle de l'éolienne E01 du parc éolien de Préveranges dans le Cher (18), en 2024. Il a permis d'enregistrer l'activité des chauves-souris entre le 17 mai et le 5 novembre 2024, soit durant 171 nuits.

Les enregistrements indiquent la présence de 10 espèces en altitude sur l'année 2024. Cela représente un peu plus de 40 % des 25 espèces répertoriées en région Centre-Val de Loire. Il s'agit d'une diversité élevée considérant que les enregistrements ont été réalisés en altitude. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude ainsi que d'espèces plus rarement contactées comme les murins et les oreillards.

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 Pipistrelle commune domine le peuplement chiroptérologique** avec près de 33% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude. Son activité est globalement très forte.
- **La Noctule de Leisler est la seconde espèce la plus présente** avec presque 20% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude. Son activité est très forte d'après le référentiel altitude.
- **La Noctule commune est très peu présente** avec 1,8 % du total des minutes positives obtenues et a une activité globalement moyenne, voire très faible en ne prenant en considération que les nuits où elle est présente. Cette activité est particulièrement faible par rapport à ce qui est généralement enregistré en altitude en région Centre-Val de Loire.
- **La paire des Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius** représente presque 28% de l'activité en altitude, une proportion bien plus élevée que ce qui est généralement observé en altitude en région Centre-Val de Loire. L'activité du groupe est à son maximum en octobre et très élevée en début novembre, ce qui peut correspondre aux mouvements migratoires de la Pipistrelle de Nathusius.
- Il convient également de noter la présence de la **Grande Noctule** en août, à hauteur de 4 minutes positives, ce qui peut s'expliquer par la présence de la forêt de Tronçais à 50km au nord-est, et est la principale zone de gîte connue de l'espèce en région Centre-Val de Loire.

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, mais également en octobre et début novembre, correspondant également à la migration de la Pipistrelle de Nathusius et aux dispersions de Pipistrelles communes.

L'activité en altitude est généralement concentrée en début de nuit avec un léger regain d'activité en fin de nuit en périodes printanière et automnale. En période automnale, l'activité est importante sur la première partie de nuit et diminue ensuite progressivement, se poursuivant sur l'ensemble de la nuit.

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

- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des vitesses de vent inférieures à 5,38 m/s ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des températures supérieures à 14 °C.

2.2 Résultats du suivi de mortalité

2.2.1 Résultats bruts



2.2.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts

Au total, 7 cadavres ont été trouvés au sein du parc éolien de Préveranges, dont 4 oiseaux (2 espèces) et 3 chauves-souris (2 espèces) entre le 16 mai 2024 et le 24 octobre 2024.

Les espèces d'oiseaux trouvées sont la Buse variable (3 individus) et le Linotte mélodieuse (1 individu). L'espèce d'oiseau la plus fréquemment observée est la Buse variable avec 3 individus, cette espèce est extrêmement présente aux alentours du parc et est observée lors de chaque suivi, en survole au-dessus des éoliennes.

Les espèces de chauves-souris trouvées sont, la Pipistrelle commune (1 individu) et la Pipistrelle de Kuhl (2 individus), recensées entre le 23 juillet et le 13 août 2024. L'espèce la plus observée sur le parc est la Pipistrelle de Kuhl avec deux individus.

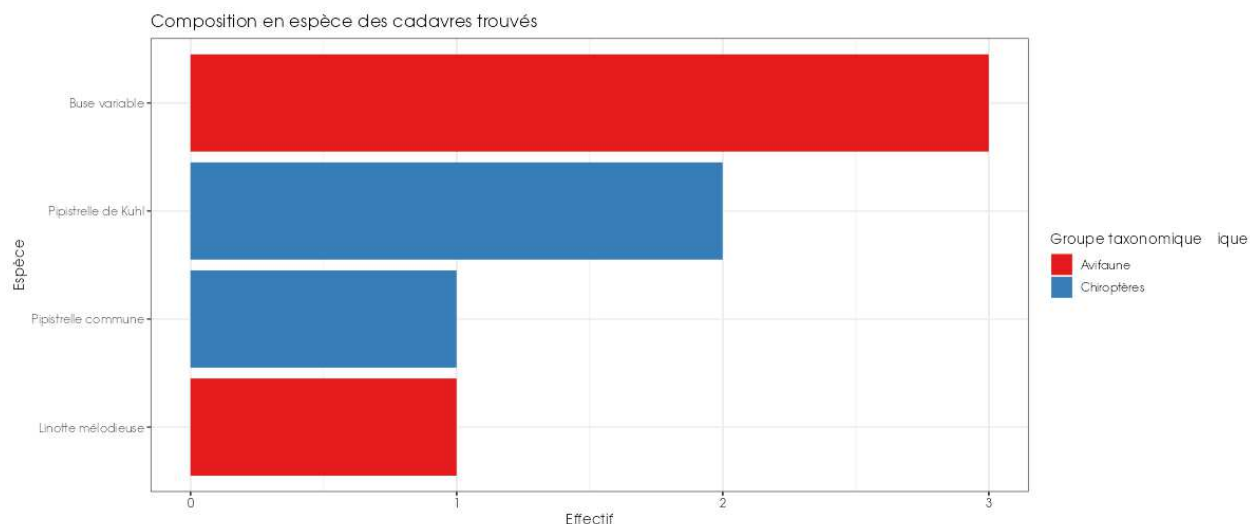
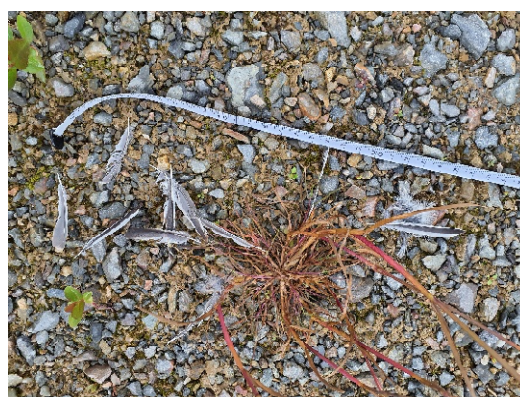


Figure 29 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Préveranges



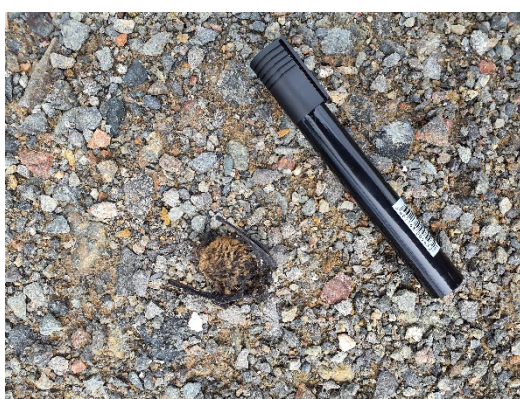
Buse variable



Linotte mélodieuse



Pipistrelle commune



Pipistrelle de Kuhl

Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. © Biotope

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les cadavres d'oiseaux ont été observés sur deux périodes : de mi-juin à mi-juillet puis fin septembre. Au regard des effectifs, il ne semble pas y avoir de pic important de mortalité qui se dégage sur la période de suivi et notamment pas en période de migration postnuptiale. Les espèces découvertes sont concernées à la fois en période de nidification (Linotte mélodieuse) et de migration/dispersion postnuptiale (Buse variable) ;
- Les cadavres de chiroptères ont été retrouvés de fin juillet à fin août ce qui concorde parfaitement avec les périodes de migrations des espèces et où l'activité chiroptérologique est la plus forte.

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

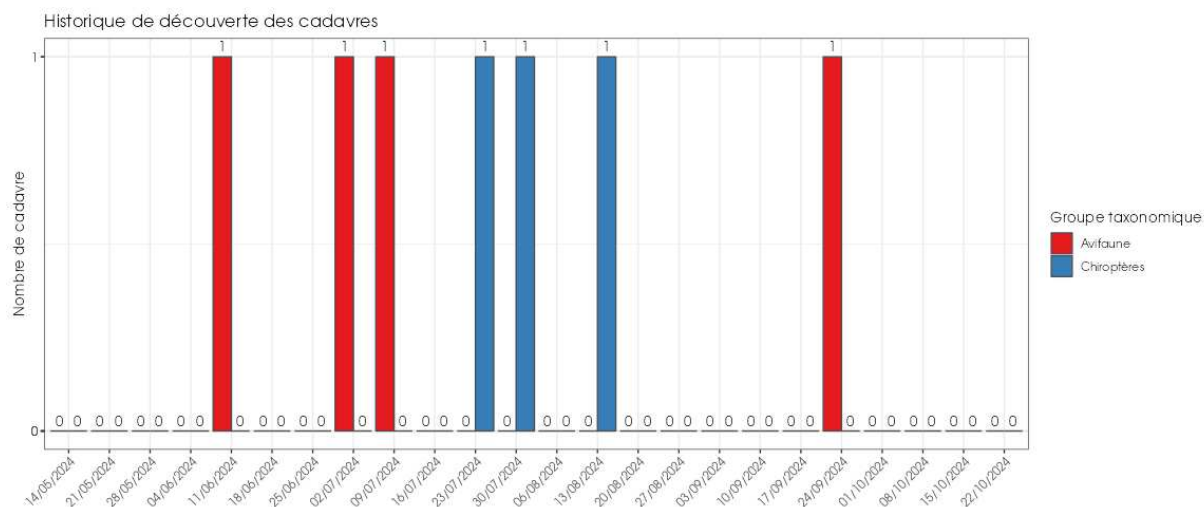


Figure 30 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Préveranges

2.2.1.1 Suivi par éolienne

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous l'ensemble des éoliennes avec des valeurs assez similaires. Un cadavre a été retrouvé sous chaque éolienne du parc concernant les oiseaux. Concernant les chiroptères, ce sont les éoliennes E1 et E2 qui sont le plus concernées, avec respectivement 2 et 1 cadavres.

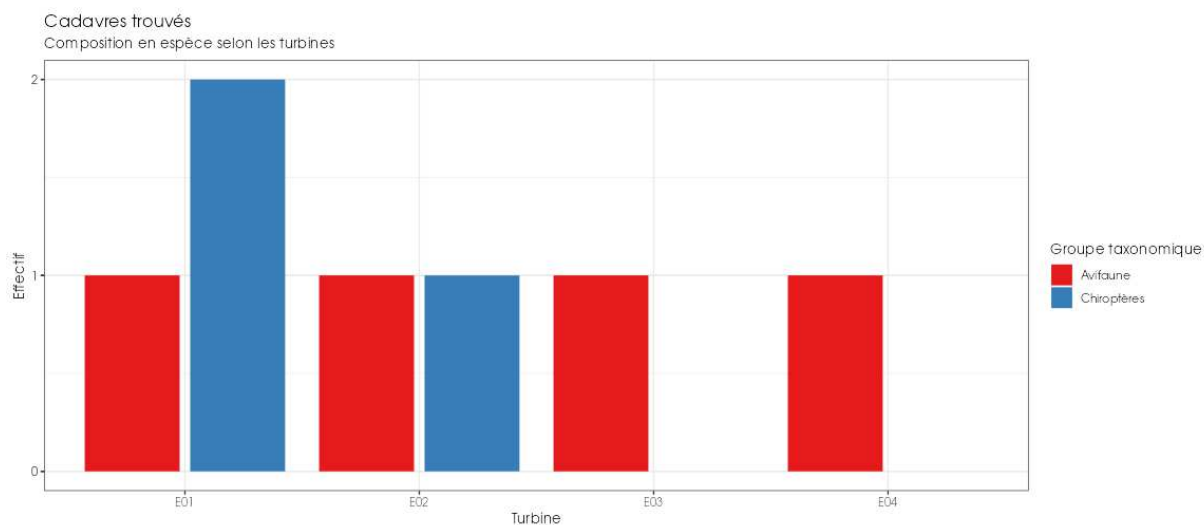


Figure 31 : Nombre de cadavres découverts par éolienne

L'ensemble des éoliennes présente des cas de mortalité. Les mortalités brutes recensées varient entre les éoliennes, comprises entre 1 et 3 cadavres par éolienne et par groupe faunistique. Au total 3 cadavres appartiennent au groupe des chiroptères et 4 à celui des oiseaux. La majorité des cadavres appartient au groupe des oiseaux (4 individus). L'éolienne E01 semble dans une moindre mesure avec une impacte plus prononcée que les autres en matière de mortalité brute.

2.2.1.2 Répartition spatiale des observations

Les observations ont été réalisées sur l'ensemble des distances prospectées. L'individu retrouvé le plus loin d'une éolienne est une buse variable observée à 58 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 7 m et plus étalée/homogène pour l'avifaune. Cette différence de distance entre les deux groupes pourrait être liée à la taille des cadavres, qui ont tendance à

être projetés plus loin en fonction de leur taille (les plus grands seraient projetés plus loin étant donné la physique de la collision avec le mât).

Les découvertes ont été plus fréquemment réalisées au sud des éoliennes (Figure 32).

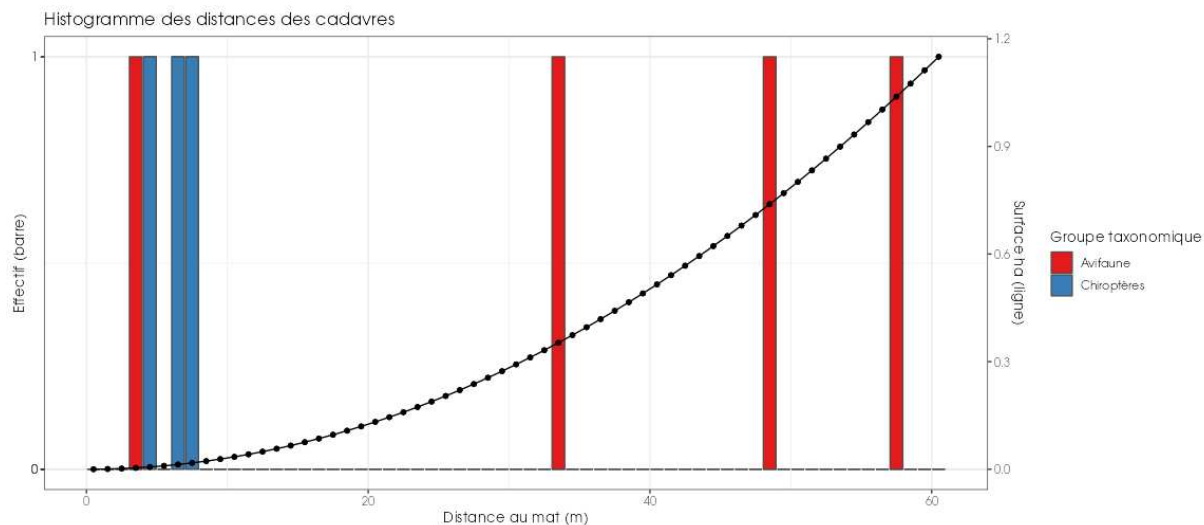


Figure 32 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Préveranges. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.

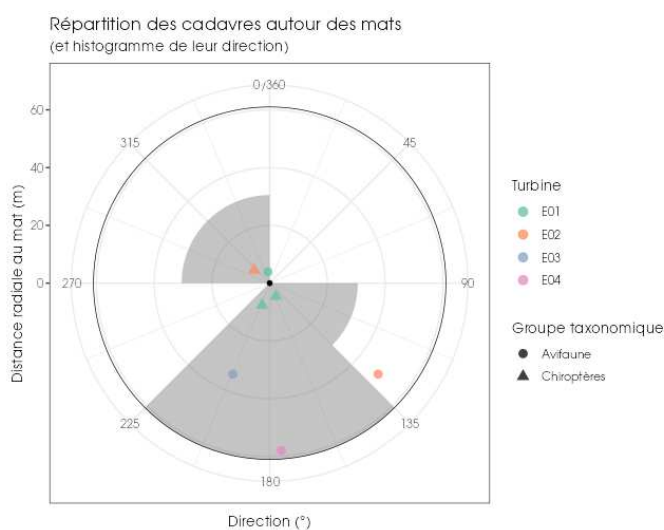


Figure 33 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation. Le cercle noir correspond au rayon de prospection maximale de la zone échantillonnée.

2.2.1.3 Description des oiseaux retrouvés

4 individus répartis au sein de 2 espèces ont été retrouvés et identifiés sous les éoliennes du parc de Préveranges : la **Buse variable** (3 individus) et la **Linotte mélodieuse** (1 individu).

À titre de comparaison, Biotope a mis à jour en 2024 un « **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 la Buse variable est l'une des espèces les plus fréquemment observées en France. En effet, sur les 84 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elle fait partie des 4 espèces les plus

découvertes en Métropole (4^e rang français, 78 cas de collisions). La Linotte mélodieuse quant à elle est moins fréquemment observée en France mais reste au 16^{ème} rang de notre référentiel de mortalité brute.

De la même manière, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr (mise à jour le 09 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 aux collisions/barotraumatisme à l'échelle européenne (base de données compilant des informations fournies de façon volontaire).

On constate que la Buse variable est l'une des espèces les plus impactées en Europe, notamment en Allemagne et en France (1^{ère} espèce touchée en Allemagne). En effet, sur les 305 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité, elle est au 2^{ème} rang européen et 4^{ème} rang Français des espèces les plus touchées d'après la base de Tobias Dürr. La Linotte quant à elle est très peu représentée au niveau européen (49^{ème}) mais l'est légèrement plus en France (34^{ème}).

On notera enfin qu'en région Centre-Val de Loire, la DREAL a élaboré un outil interactif accessible à tous, permettant de disposer d'une synthèse des données recueillies sur la mortalité des oiseaux et des chauves-souris dans les parcs éoliens de la région Centre-Val de Loire, avec des restitutions géographiques et sous forme de graphiques (mortalité par espèce, par mois, etc.). L'outil conçu n'a pas l'ambition d'analyser de manière fine les causes de mortalité (paysage périphérique au parc, modèle d'éolienne, etc.), ni de comparer les parcs entre eux. Il est important de rappeler ici que les restitutions présentées sont réalisées sur la base des données de mortalité brute, c'est-à-dire celle constatée sur le terrain lors des prospections et non celle estimée à l'échelle de chaque parc et sur une année complète. La mortalité brute correspond au nombre de cadavres effectivement récoltés au pied des éoliennes et dont la mortalité est attribuable aux aérogénérateurs, sur la période de prospection propre à chaque suivi. Les données de mortalité brute ne peuvent être comparées d'un parc à l'autre, car elles dépendent du nombre d'années de suivis, des périodes de prospections, du nombre de passages, du taux de prédation des cadavres, du nombre d'éoliennes suivies... Cette base de données publiée le 23/03/2023 puis mise à jour le 21/09/2023 peut à l'image du référentiel de mortalité brute de Biotope ou la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles aux collisions/barotraumatismes à l'échelle régionale. Ainsi, au niveau régional, entre 2015 et 2023, on constate que :

- La Buse variable est la 6^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 5,70 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- La Linotte mélodieuse est la 17^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 0,93 % des cadavres d'oiseaux retrouvés.

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 Préveranges 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.

Tableau 20 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023 ; Dürr, 2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2023 pour des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut.

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotope	Rang Régional	A	BE	D	E	NL	PT	Rang Préveranges
Buse variable	2 (1 189)	4 (314)	4 (78)	6 (61)	6 (15)	18 (3)	1 (772)	26 (31)	5 (30)	8 (13)	1 (3)
Linotte mélodieuse	49 (67)	35 (25)	16 (13)	17 (10)	14 (3)	-	48 (2)	31 (24)	21 (1)	10 (10)	2 (1)

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

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2012, on constate que ces deux espèces ont été observées lors des inventaires réalisés et traités dans cette étude.

2.2.1.3.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 21 présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le parc de Préveranges à l'échelle régionale, française et européenne.

Aucune espèce n'est inscrite à l'Annexe I de la Directive Oiseaux. La Linotte mélodieuse est classée « VU » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs en France et « NT » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs en région Centre.

Tableau 21 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Préveranges

Espèces	Directive Oiseaux	Protection nationale	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France nicheur (2016)	Liste rouge nicheur Centre (2013)	Liste rouge migrateur Centre (2002)
Buse variable	-	Article 3	LC	LC	LC	MC
Linotte mélodieuse	-	Article 3	LC	VU	NT	MC

Légende :

Protection nationale

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

Directive Oiseaux

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

Listes rouges

- BirdLife International (2021) European Red List of Birds. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEO et ONCFS, 2016).
- GIP Centre val de Loire Environnement. Liste rouge régionale et Responsabilité biologique régionale. Oiseaux nicheurs et oiseaux migrateurs de Centre val de Loire (2015).
- DD : non évalué, LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable.

Espèces déterminantes

- Espèces déterminantes de la Région Centre val de Loire : Espèces nicheuses
- Site internet DREAL Centre val de Loire : http://www.Centre val de Loire.ecologie.gouv.fr/article.php3?id_article=637

2.2.1.1 Description des chauves-souris retrouvées

3 individus répartis au sein de 2 espèces et un groupe d'espèces ont été retrouvés morts sur le parc de Préveranges : **la Pipistrelle commune** (1 individu) et **la Pipistrelle de Kuhl** (2 individus).

Les deux 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 et la Pipistrelle de Kuhl sont parmi les espèces les plus fréquemment observées en France. En effet, sur les 13 espèces ou groupes d'espèces comptabilisés dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elles font parties des 5 espèces les plus découvertes en Métropole, avec respectivement le 1^{er} et le 4^{ème} rang.

De la même manière, la synthèse de données disponibles de Tobias Dürer (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 de Kuhl est la 5^{ème} espèce la plus impactée en Europe et la 3^{ème} en France après les chiroptères indéterminés et les pipistrelles indéterminées.

On notera enfin qu'en région Centre-Val de Loire, la DREAL a élaboré un outil interactif accessible à tous, permettant de disposer d'une synthèse des données recueillies sur la mortalité des oiseaux et des chauves-souris dans les parcs éoliens de la région Centre-Val de Loire, avec des restitutions géographiques et sous forme de graphiques (mortalité par espèce, par mois, etc.). L'outil conçu n'a pas l'ambition d'analyser de manière fine les causes de mortalité (paysage périphérique au parc,

modèle d'éolienne, etc.), ni de comparer les parcs entre eux. Il est important de rappeler ici que les restitutions présentées sont réalisées sur la base des données de mortalité brute, c'est-à-dire celle constatée sur le terrain lors des prospections et non celle estimée à l'échelle de chaque parc et sur une année complète. La mortalité brute correspond au nombre de cadavres effectivement récoltés au pied des éoliennes et dont la mortalité est attribuable aux aérogénérateurs, sur la période de prospection propre à chaque suivi. Les données de mortalité brute ne peuvent être comparées d'un parc à l'autre, car elles dépendent du nombre d'années de suivis, des périodes de prospections, du nombre de passages, du taux de prédation des cadavres, du nombre d'éoliennes suivies... Cette base de données publiée le 23/03/2023 puis mise à jour le 21/09/2023 peut à l'image du référentiel de mortalité brute de Biotope ou la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles 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 d'oiseaux retrouvés ;
- La Pipistrelle de Kuhl est la 5^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 6,97 % 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 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 Préveranges 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.

Tableau 22 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2023 pour des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine.

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotope	Rang Régional	A	BE	CR	D	ES	PT	Rang Préveranges (effectif)
Pipistrelle commune	1 (3401)	1 (1931)	1 (411)	1 (289)	4 (2)	1 (30)	5 (5)	3 (802)	3 (211)	1 (323)	2 (1)
Pipistrelle de Kuhl	5 (661)	3 (411)	4 (66)	5 (51)	-	-	1 (144)	-	4 (44)	4 (51)	2 (6)

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 2012, on constate que toutes les espèces identifiées dans ce document, ont été observées lors du suivi réalisé en 2024. La méthodologie mise en place à l'époque s'avère aujourd'hui obsolète et les données récoltées sont trop anecdotiques pour pouvoir être exploitées.

À noter que lors de l'étude d'impact, aucun inventaire en altitude n'a été réalisé à l'époque. Il est donc possible que des espèces volant à hauteur de pale n'aient pas été détectées lors des inventaires de 2010 mais identifiés dans le suivi acoustique comme la Noctule de Leisler ou le Grand Murin.

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 (1 cas de mortalité recensé sur le parc éolien de Préveranges), 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).

2.2.1.1.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 23 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le parc de Préveranges 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 menacées.

Tableau 23 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Préveranges

Espèce	Directive Habitats	Protection nationale	Liste rouge Europe (2012)	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Centre (2015)
Pipistrelle commune	Annexe IV	Article 2	LC	NT	LC
Pipistrelle de Kuhl	Annexe IV	Article 2	LC	LC	LC

Légende :

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

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

Listes rouges Europe, France et Centre val de Loire

- Liste rouge européenne des espèces menacées (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

2.2.1.1 Evaluation de tendance à travers les quantiles de mortalité brute

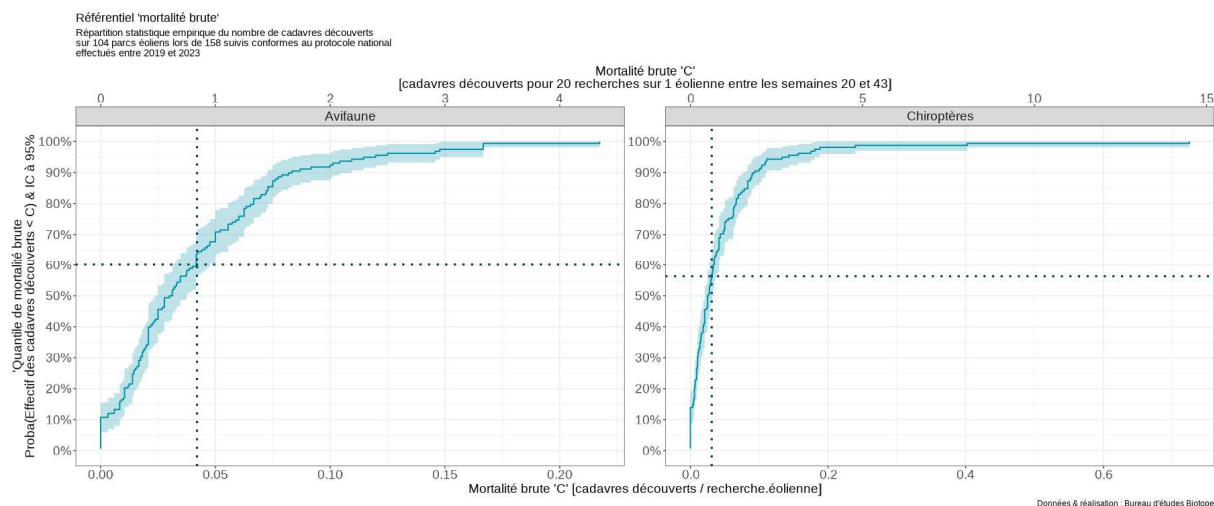


Figure 34 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute de votre parc à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2023).

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 Préveranges, il a été observé un total de 4 cadavres d'oiseaux et 3 cadavres de chiroptères. Pendant le suivi, 4 éoliennes ont été suivies durant 24 passages. Cela conduit à une mortalité brute 'C' de 0,042 cadavres par recherche-éolienne pour les oiseaux et de 0,031 cadavres par recherche-éolienne pour les chiroptères.

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité brute de 60% pour les oiseaux et de 56% pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité brute du parc de Préveranges est parmi les 44% les plus élevés du référentiel pour les chiroptères, contre 40% 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 Préveranges sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.

2.2.2 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.

2.2.2.1 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 24, Figure 35 et Figure 36). Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les capacités de l'observateur à détecter les cadavres (Domínguez del Valle et al., 2020). Les milieux herbacés hauts (> 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 24 : 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 (24 passages).

Milieux	E01	E02	E03	E04	Total
Friche	5,44%	0,70%	13,78%	21,49%	10,35%
Haie	4,43%	0,00%	5,17%	0,00%	2,40%
Plateforme	13,23%	13,43%	13,00%	13,46%	13,28%
Prairie	46,74%	55,72%	68,04%	65,06%	58,89%
Sol nu	6,28%	0,00%	0,00%	0,00%	1,57%
Tournesol	23,88%	0,00%	0,00%	0,00%	5,97%
Trèfle	0,00%	30,15%	0,00%	0,00%	7,54%
Total	100 %	100 %	100 %	100%	100%

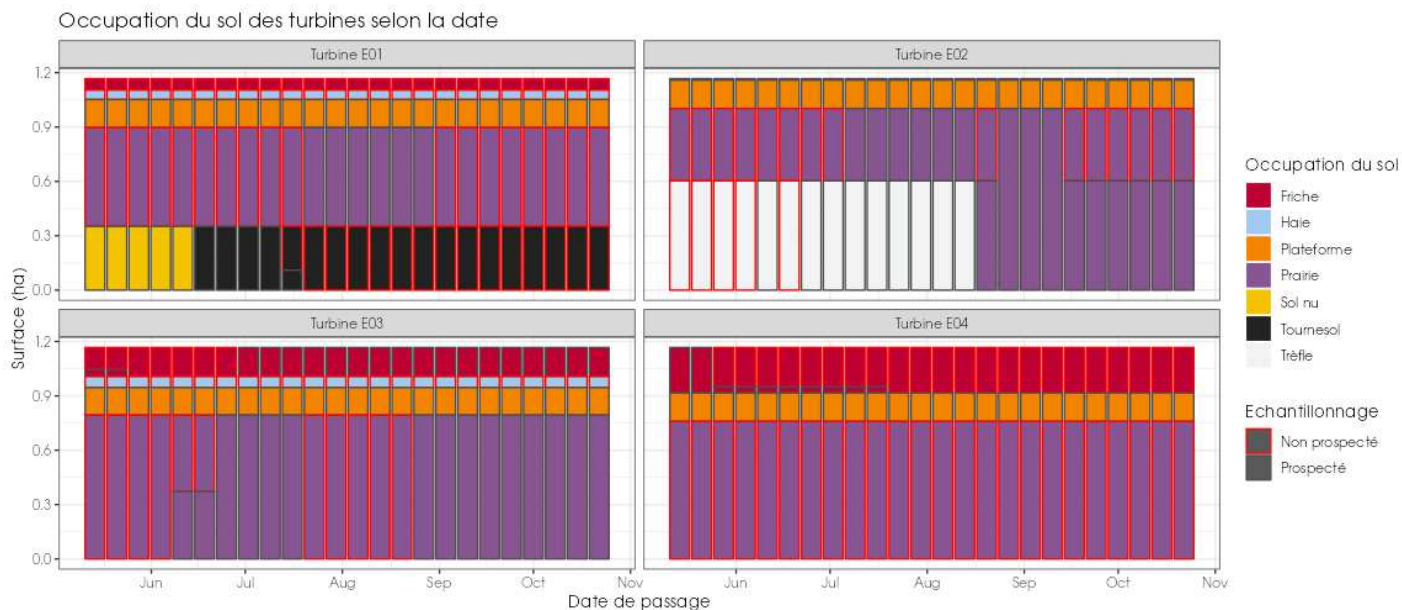
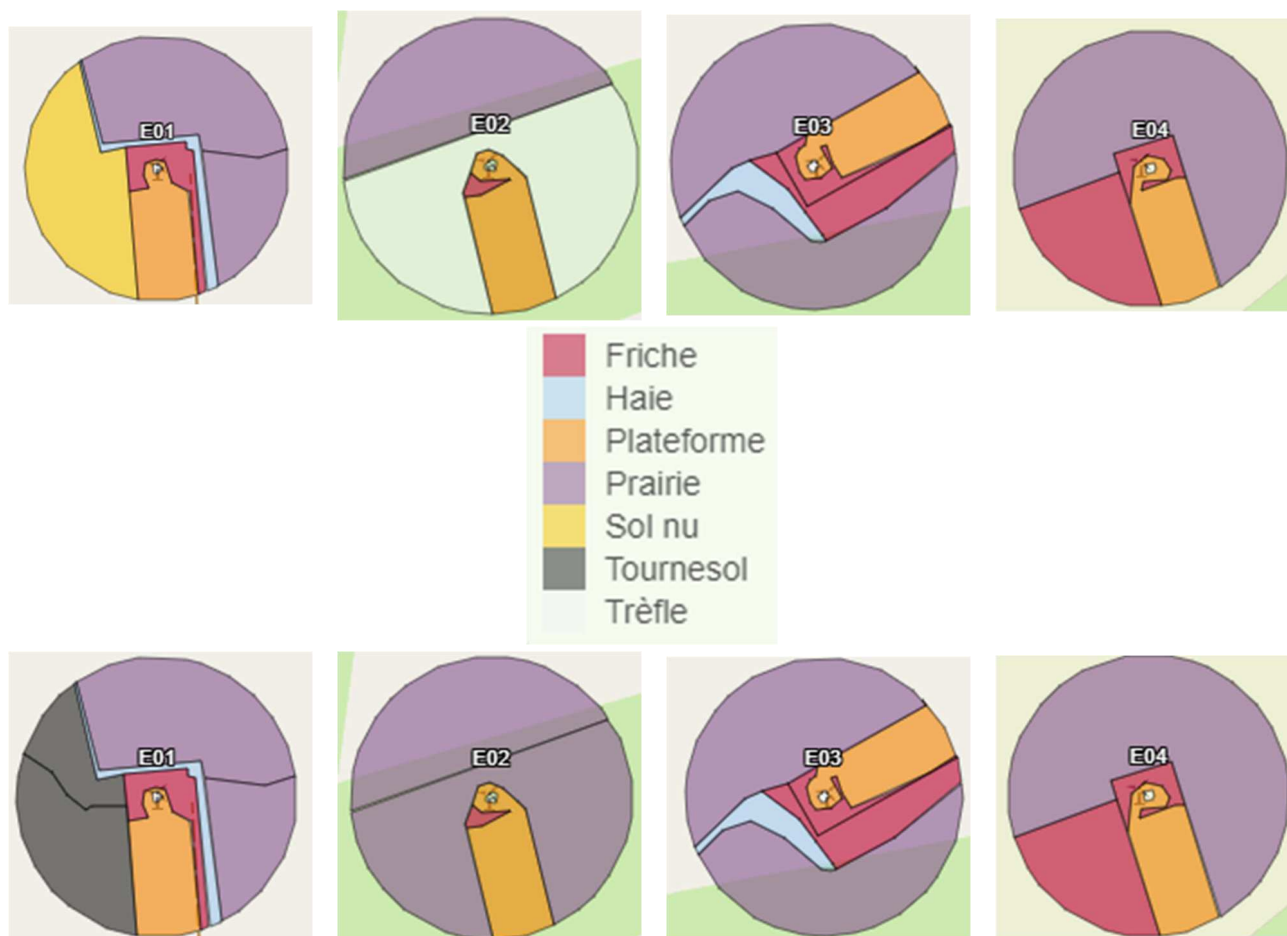


Figure 35 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

Figure 36 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04 (de gauche à droite et de haut en bas) le 14 mai 2024 (premier passage en haut) et le 15 octobre 2024 (passage 23)



2.2.2.2 Évolution du taux de surface prospectée

Du fait principalement de l'évolution de la végétation et de la présence de vaches, 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. Cela est notamment due à la présence de prairies plus ou moins prospectables (présence de vaches, hauteur de végétation trop importante).

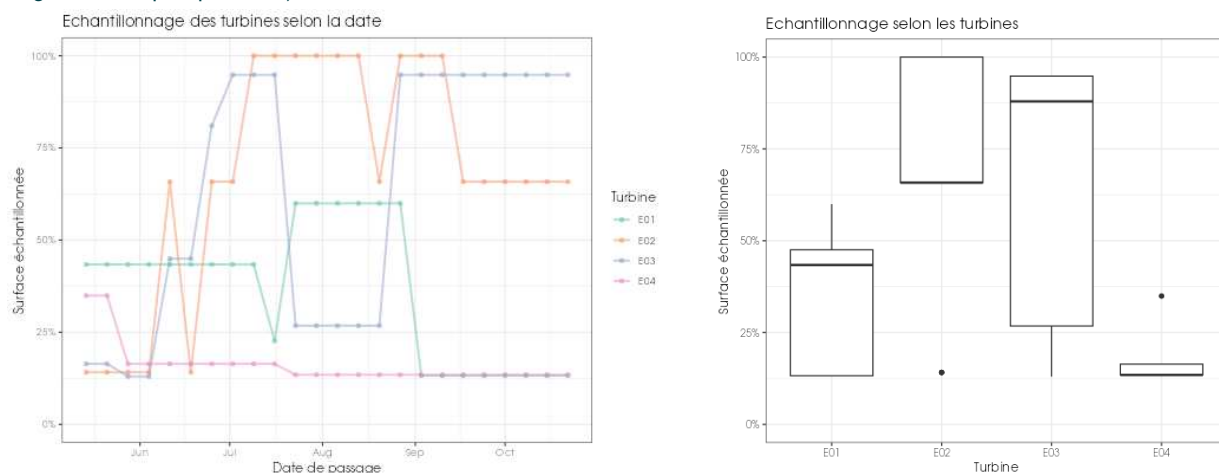


Figure 37 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. A gauche évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, à droite synthèse (boîte à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum,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

2.2.2.3 Résultats des tests et calcul des coefficients correcteurs

2.2.2.3.1. 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 25). 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 0,15 à 0,70). Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 25 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 24 passages

	E01	E02	E03	E04
Quantile 2.5%	0,13	0,14	0,13	0,13
Premier quartile	0,13	0,66	0,27	0,13
Moyenne	0,37	0,68	0,63	0,16
Moyenne pondérée	0,36	0,70	0,65	0,15
Médiane	0,43	0,66	0,88	0,13
Troisième quartile	0,48	1,00	0,95	0,16
Quantile 97.5%	0,60	1,00	0,95	0,35

2.2.2.3.1. Coefficient de persistance (s)

À la suite des tests de persistance et aux analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu comme modèle le plus parcimonieux (AIC weight = 0,56) : « **Persistance ~ 1** » en utilisant une famille de distribution « lognormal ». Cela veut dire que la durée de persistance est identique quelque soit l'éolienne (aucun effet observé à partir des données).

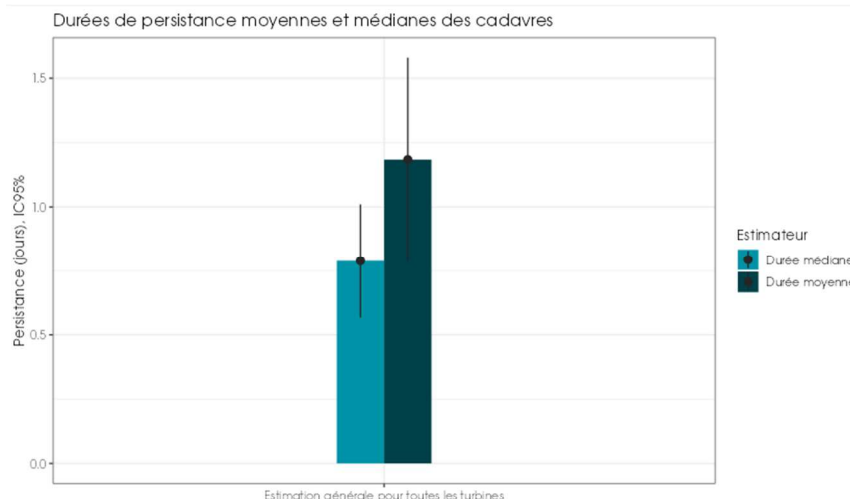


Figure 38 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation

Nous constatons que les éoliennes sur l'ensemble du parc ont une durée de persistance relativement similaire d'où le choix de moyenner l'information de chacune d'elle pour avoir une donnée de la persistance à l'échelle du parc et non à l'échelle de chaque éolienne. Le parc a donc une moyenne de persistance de 1,2 jours, c'est-à-dire qu'un cadavre disparaît en moyenne avant 1.5 jours. Ce chiffre s'explique étant donné la forte présence de prédateurs, les habitats du parc étant très favorables à leur présence. (Tableau 26 ; Figure 38). De plus, compte tenu de cette forte persistance, il semble qu'un passage par semaine ne suffise pas pour contrôler cette forte disparition des cadavres. Cette différence importante entre le temps de disparition des cadavres et rythme de passage créait des incertitudes importantes dans les estimations de mortalités.

Tableau 26 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance pour chacune des quatre éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.

	Ensemble du parc
Résultats des tests de persistances	
Persistance moyenne (en jours)	1,2
Intervalle de confiance à 95%	[0,79 ; 1,58]

2.2.2.3.2. 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 trèfle » et « le sol nu ». Nous avons donc sélectionné le modèle « **Trouve ~ Hmoy** » (AIC delta = 1,39 ; AIC weight = 0,18) pour réaliser les interpolations. Au vu des différentes occupations du sol présentes sur le parc le long du suivi, il était plus pertinent de se baser sur la hauteur moyenne de végétation.

Tableau 27 : 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.

Hauteur moyenne	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Hauteur moyenne	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
0	0,9 [0,77 ; 0,96]	0,9 [0,8 ; 1]	Estimation	20	0,75 [0,65 ; 0,83]	0 [0 ; 0]	Interpolation
5	0,87 [0,76 ; 0,93]	0,93 [0,8 ; 1]	Estimation	25	0,7 [0,57 ; 0,81]	0,71 [0,58 ; 0,82]	Estimation
10	0,84 [0,74 ; 0,9]	0,73 [0,53 ; 0,93]	Estimation	30	0,64 [0,46 ; 0,79]	0 [0 ; 0]	Extrapolation

15	0,8 [0,71 ; 0,86]	0 [0 ; 0]	Interpolation	35	0,58 [0,36 ; 0,78]	0 [0 ; 0]	Extrapolation
----	---------------------	-------------	---------------	----	----------------------	-------------	---------------

Les taux d'efficacité prédits des hauteurs de végétations prospectées sont très variables en fonction du recouvrement végétal. Ils sont globalement satisfaisants avec une gamme de valeurs allant de 0,58 au minimum (35cm) à 0,9 au maximum (0 cm suivant les milieux prospectés).

2.2.2.4 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.

La probabilité de détection $P(s,f)$ est très faible de manière générale (entre 0,08 et 0,15 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique (a) est assez faible également (entre 15% et 70% de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0,01 à 0,09, c'est à dire un facteur démultiplicateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 10,99 à 74,07. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 10 et 74 fois plus importante que celle observée suivant les éoliennes et la méthode d'estimation sélectionnée. De plus, les intervalles de confiance sont de fait plutôt importants (détection globale faible).**

L'éolienne E02 est l'éolienne qui a 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 assez faibles.

Tableau 28 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation

	E01	E02	E03	E04
Probabilité détection $P(s,f)$				
Huso (2010)	0,15	0,13	0,14	0,15
Erickson et al. (2000)	0,15	0,13	0,14	0,15
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,09	0,08	0,08	0,09
Coefficient correcteur de surface a				
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,36	0,70	0,65	0,15
Probabilité globale de détection $a \times P(s,f)$				
Huso (2010)	0,05	0,09	0,09	0,02
Erickson et al. (2000)	0,05	0,09	0,09	0,02
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,03	0,06	0,05	0,01

2.2.2.4.1. Estimation de la mortalité pour l'avifaune

Sur chacune des éoliennes du parc la mortalité estimée est quasiment similaire. Il n'y a pas d'éolienne qui se démarque actuellement que ce soit par sa mortalité brute ($n=1$) ou par ses estimations de mortalité. Selon les méthodes d'estimations on atteint une différence maximum de 4 cadavres (en valeur modale) entre deux éoliennes ce qui reste très faible. Notons cependant les grandes incertitudes associées à chacune de ces estimations (Figure 39 ; Tableau 29).

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

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	1	1	1	1	4
Huso (2010) [IC 95%]	14 [3 ; 47]	11 [3 ; 39]	12 [2 ; 38]	16 [2 ; 67]	65 [19 ; 156]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	13 [2 ; 47]	12 [2 ; 36]	11 [2 ; 39]	15 [2 ; 66]	70 [20 ; 156]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	22 [3 ; 77]	19 [2 ; 60]	21 [2 ; 61]	24 [4 ; 110]	117 [29 ; 260]

- *Ensemble du parc*

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 65 à 117 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant en compte les incertitudes (IC 95%), les effectifs impactés sont de 19 à 29 individus au minimum et de 156 à 260 individus au maximum pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude très importante.

Les 4 observations ont été réalisées sur 161 jours centrés sur 2 saisons (du 11 juin au 24 septembre : 2 découvertes en juillet, 1 découverte en juin et 1 découverte en septembre).

L'éolienne E04 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E01, E03 et E02. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres. Les quatre ont des estimations quasiment identiques (difficilement discernables entre elles).

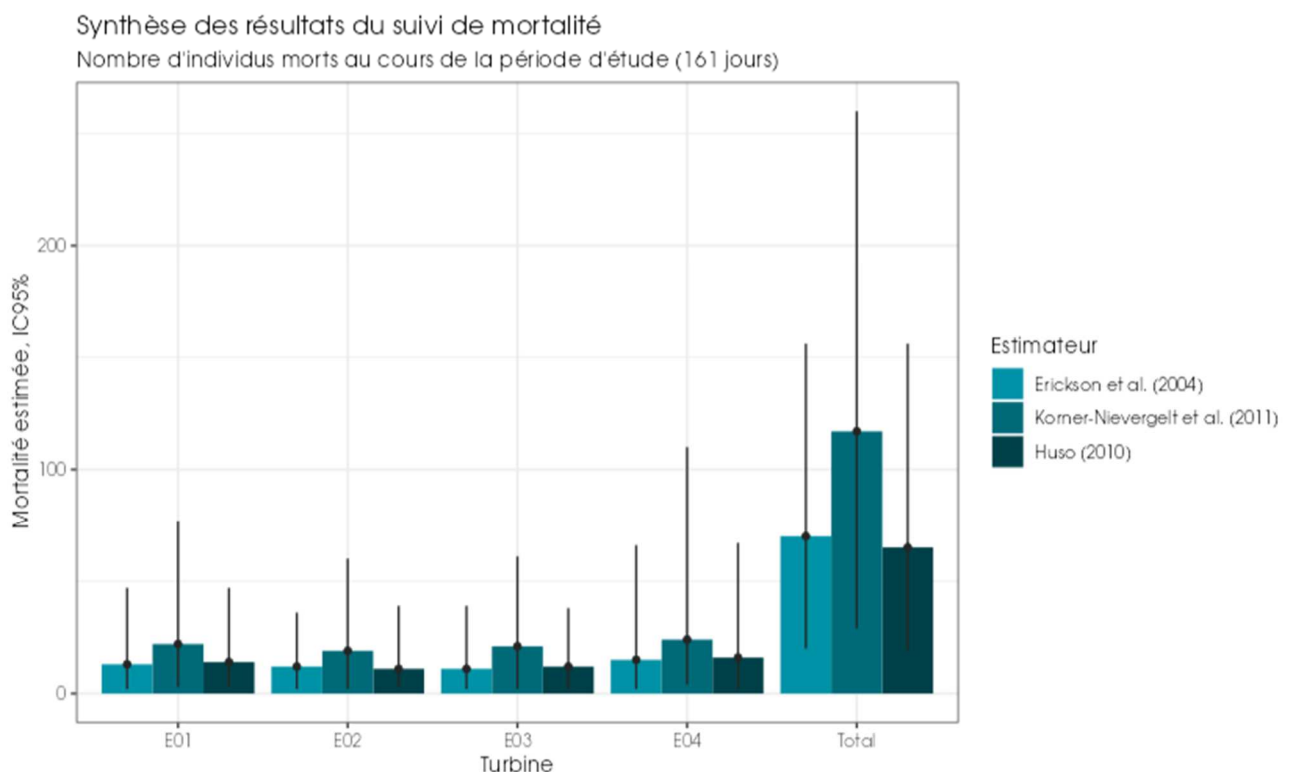


Figure 39 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Prévéranges au cours du suivi de 2024 sur 161 jours

2.2.2.4.2. 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 11 et 22 individus sur une période de 161 jours de suivi. En prenant en considérations les intervalles de confiance à 95% obtenue à partir de l'estimateur d'Huso, 95% des estimations de mortalité se situent dans un intervalle compris entre 3 et 4 individus pour la borne inférieure, et entre 62 et 102 cadavres pour la borne supérieure, ce qui correspond à une très forte incertitude (Tableau 30 ; Figure 40).

Globalement, nous observons de l'incertitude sur toutes les estimations, et ceci quelque soit l'éolienne considérée. Ceci résulte de la très faible probabilité globale de détection estimée dans la partie précédente, elle-même causé par une très faible persistance et une faible surface prospectée (Tableau 28 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation).

Tableau 30 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Préveranges sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	2	1	0	0	3
Huso (2010) [IC 95%]	11 [3 ; 62]	9 [1 ; 34]	0 [0 ; 27]	7 [0 ; 42]	49 [11 ; 128]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	15 [3 ; 62]	8 [1 ; 32]	0 [0 ; 26]	0 [0 ; 43]	51 [12 ; 128]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	22 [4 ; 102]	14 [1 ; 54]	8 [0 ; 45]	13 [0 ; 69]	86 [19 ; 217]

• Ensemble du parc

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est comprise entre 49 et 86 individus sur la durée du suivi. En prenant en compte les incertitudes (IC 95%), les effectifs impactés sont de 11 à 19 individus au minimum et de 128 à 217 individus au maximum pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude très importante.

Les 3 observations ont été réalisées sur 28 jours répartis sur la période estivale (du 23 juillet au 13 août : 2 découvertes en juillet et 1 en août).

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

Synthèse des résultats du suivi de mortalité

Nombre d'individus morts au cours de la période d'étude (161 jours)

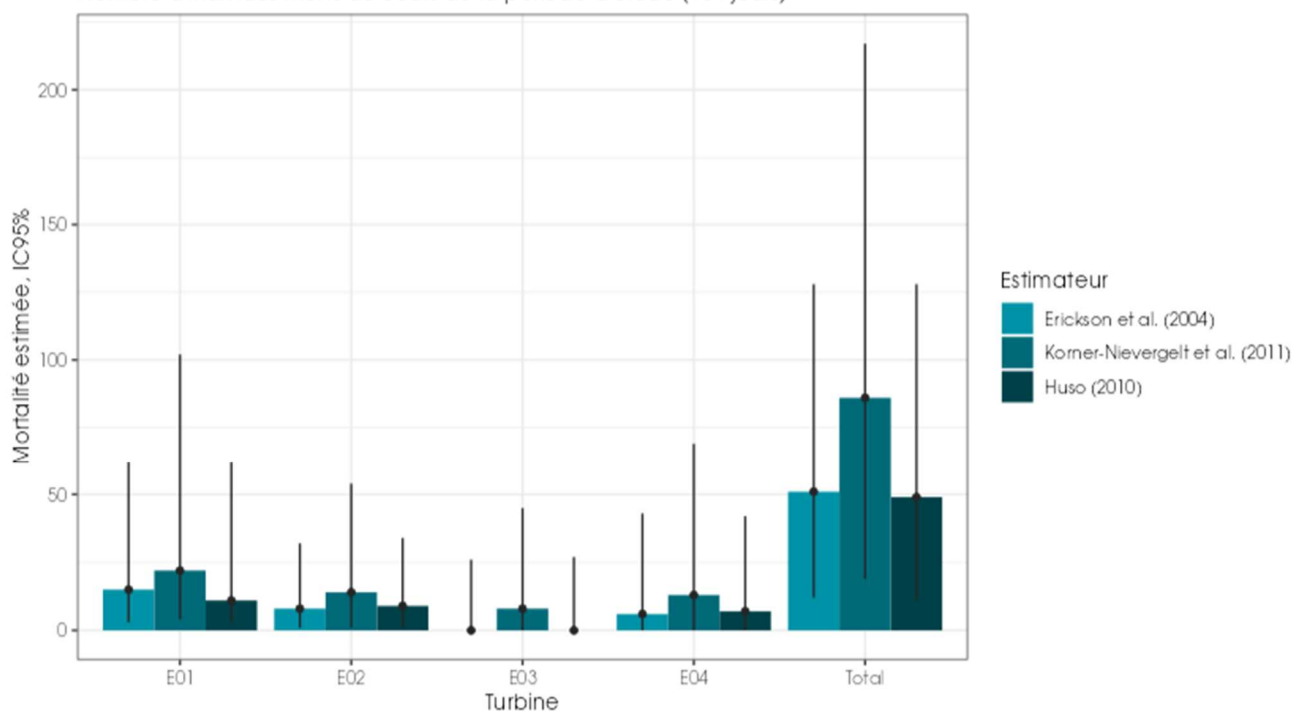


Figure 40 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Préveranges au cours du suivi de 2024 sur 161 jours

2.2.3 Synthèse du suivi de mortalité

Le premier suivi de mortalité mené sur le parc éolien de Préveranges entre le 14 mai 2024 et le 22 octobre 2024 (4 machines) a conduit à l'observation de 7 cadavres, dont 4 oiseaux (2 espèces) et 3 chauves-souris (2 espèces).

En effet, 2 espèces d'oiseaux (la Buse variable et la Linotte mélodieuse) et 2 espèces de chiroptères (Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl) ont été retrouvés sous les éoliennes du parc suivi.

La majorité des spécimens d'oiseaux observés concernent la Buse variable (3 individus). La majorité des spécimens de chiroptères observés concernent la Pipistrelle de Kuhl (2 individus).

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

Les cadavres ont été localisés à des distances comprises entre 5 m (Linotte mélodieuse) et 58 m du mât (Buse variable) pour les oiseaux et entre 5 m (Pipistrelle de Kuhl) et 8 m (Pipistrelle commune) pour les chiroptères.

Deux tests de persistance des cadavres ont été réalisés, avec l'utilisation d'un total de 80 rats. Lors de ces tests, les vitesses de disparition des cadavres déposés ont été assez similaires à l'échelle du parc, avec une moyenne de persistance de 1,2 jours.

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

L'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de **49 à 86** cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, où les observations se concentrent sur 28 jours.

Concernant l'avifaune, l'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de **65 à 117** cas de mortalité d'oiseaux sur la période de suivi, où les observations s'étalent sur l'ensemble du suivi soit 161 jours.

Concernant les chiroptères, ces chiffres semblent correspondre 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 6 oiseaux et 5 chiroptères par éolienne (pour un rayon de recherche de 50m et une période de suivi compris entre la semaine 20 et 43).

Le bureau d'étude Ouest'Am, à travers le projet APOCOPE et en utilisant l'estimateur GenEst, a estimé une mortalité moyenne de 6 oiseaux ($se \pm 0.63$) et de 3.53 chiroptères ($se \pm 0.42$) par éoliennes et par suivi (Sand et al., 2024).

En comparaison, les résultats des estimations par éolienne sur le parc de Préveranges sont pour la plupart bien supérieurs, avec des estimations pouvant varier par un facteur 13 sur l'E01 pour les chiroptères. Seules les éoliennes E04 et E03 sont en dessous de cette moyenne pour les chiroptères. Pour l'avifaune la mortalité estimée sur l'ensemble des éoliennes est bien supérieure aux chiffres issus de notre référentiel. **Néanmoins, ces comparaisons restent à nuancer étant donné les grandes incertitudes dans les estimations, ainsi que les différences de méthodologie pour obtenir ces estimations à plus grande échelle.**

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 E01 a un quantile de mortalité estimée supérieure à 92% 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 élaboré par Biotope montrent que la mortalité brute du parc de Préveranges est de 60% pour les oiseaux et de 56% pour les chiroptères, ce qui dénote encore une fois une mortalité très importante par rapport au référentiel.

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024 (4 individus), il s'agit principalement d'espèces locales (Buse variable) ou migratrices/migratrices partielles (Linotte mélodieuse), dont les dates de découverte coïncident avec le passage de ces espèces dans la région. On notera également que la Linotte mélodieuse est inscrite comme VU (Vulnérable) sur la liste rouge nationale des oiseaux nicheurs. Dans cette situation, nous pouvons conclure que l'impact du parc est significatif pour les oiseaux, en tenant compte des estimations de la mortalité comprise entre 16,25 et 29,25 oiseaux par 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.

De plus il est important de mettre en avant la forte présence de Buses variables sur le site lors des fauches de prairie sur le site. En effet les mortalités observées sont survenues principalement après le travail agricole de ces parcelles. Il est nécessaire de mieux comprendre l'activité de la Buse variable à l'échelle locale afin de préconiser de possibles mesures le cas échéant.

Concernant les chauves-souris, 3 cadavres de chauves-souris ont été retrouvés **sur l'entièreté du suivi 2024**, nous avons une estimation de mortalité par éoliennes selon les formules entre **12,25 et 21,5 individus de chauves-souris par éolienne sur l'ensemble du 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 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 pour les oiseaux et les chiroptères.

2.2.4 Analyse croisée avec l'étude d'impact

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

Tableau 31 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité	Analyse comparative
Oiseaux			
Buse Variable	Risque collision faible / Observé en migration et hivernage	3 individus	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle avait conclu à l'absence de risque de collision pour l'espèce
Linotte mélodieuse	Risque collision faible / Observé en migration	1 individu	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle avait conclu à l'absence de risque de collision pour l'espèce
Chiroptères			
Pipistrelle commune	57 individus en transit actif/chasse et 6 en transit passif	2 individus	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle avait conclu que le site apparaissait comme peu favorable aux chiroptères
Pipistrelle de Kuhl	7 individus en transit actif/chasse	2 individus	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle avait conclu que le site apparaissait comme peu favorable aux chiroptères

De manière générale, l'étude d'impact de 2012 n'avait pas relevé de sensibilité particulière au risque de collision aussi bien pour les oiseaux (majorité des observations en dessous du niveau des pâles) que pour les chiroptères (composition / abondance des espèces et structure paysagère du site d'étude), ce que le suivi de mortalité réalisé en 2024 a au contraire pu mettre en avant.

Pour les oiseaux : l'évaluation du niveau de collision avait été sous-évalué comparativement aux observations et estimations réalisées en 2024. Parmi les espèces, il y a notamment la Buse variable qui est très présente sur le site, c'est également l'espèce qui a été le plus retrouvée morte lors de ce suivi.

Pour les chiroptères : l'évaluation du niveau de collision avait été sous-évalué comparativement aux observations et estimations réalisées en 2024. Parmi les espèces, il y a la Pipistrelle de Kuhl très peu observée lors des suivis réalisés dans l'étude d'impact.

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

Rappels : Les enregistrements acoustiques en nacelle ont été réalisés au niveau de l'éolienne E01 entre mi-mai et début novembre 2024. Le nombre de nuits d'enregistrement des activités de chiroptères à hauteur de nacelle est de 171 nuits. Le suivi de mortalité a permis de découvrir 3 chiroptères dont deux au niveau de l'éolienne E01.

2.2.5.1 Comparaison de la phénologie entre suivis mortalité et acoustique

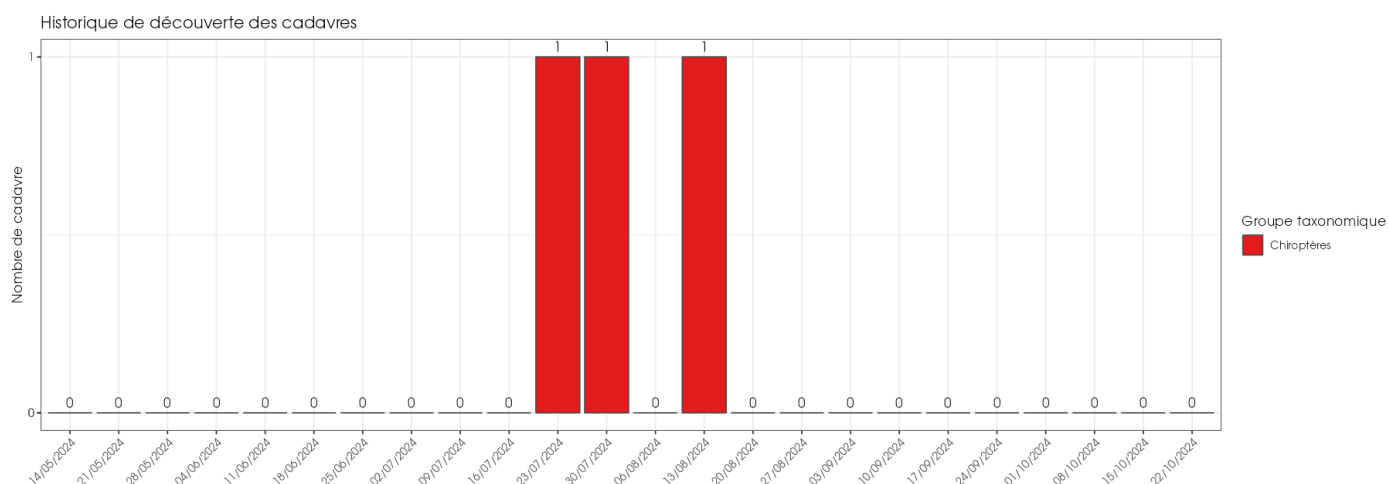


Figure 41 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Préveranges

Le nombre global de cadavres de chiroptères découverts durant le suivi de mortalité a été assez faible ($n=3$). Les découvertes se sont déroulées entre la mi-juillet et la mi-août.

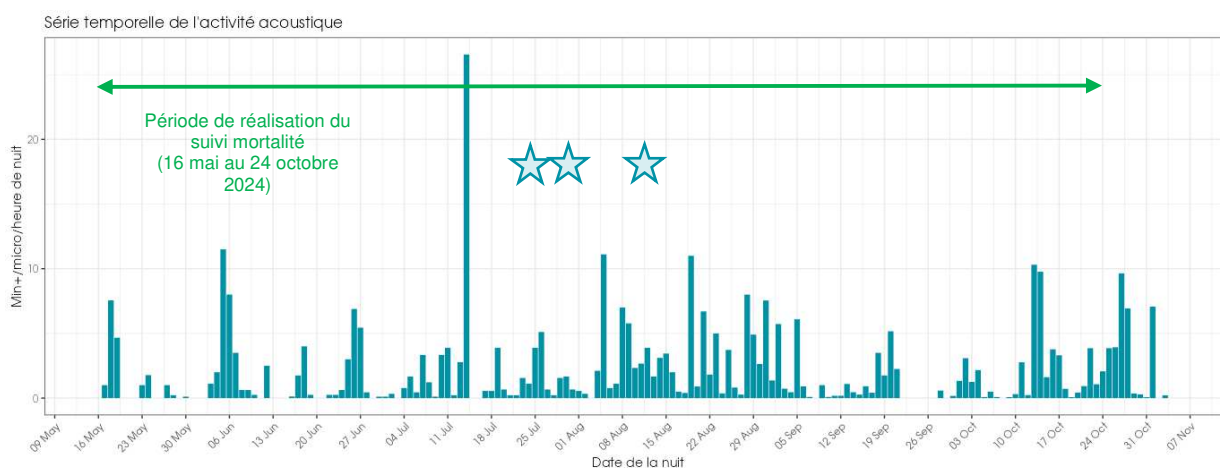


Figure 42 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E01 sur la période de réalisation du suivi mortalité

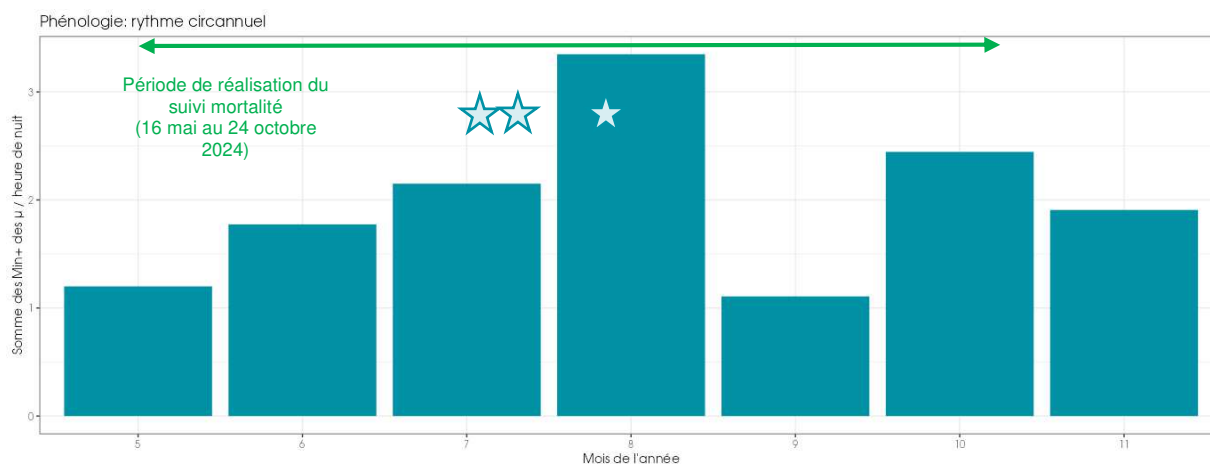


Figure 43 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E01 de Préveranges sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024.

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

L'activité augmente progressivement de mai jusqu'au maximum en août. L'activité chute fortement en septembre avant de doubler en octobre et de légèrement diminuer en novembre, ce qui est notable du fait que seuls 5 jours ont été échantillonnés en novembre.

La phénologie des découvertes de cadavres et celle de l'activité acoustique en altitude concordent relativement bien. En effet, l'ensemble des découvertes de cadavres de chauves-souris (3) s'est produit entre le 23 juillet et le 13 août, et l'activité est à son maximum en août, et est en cours d'augmentation en juillet.

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

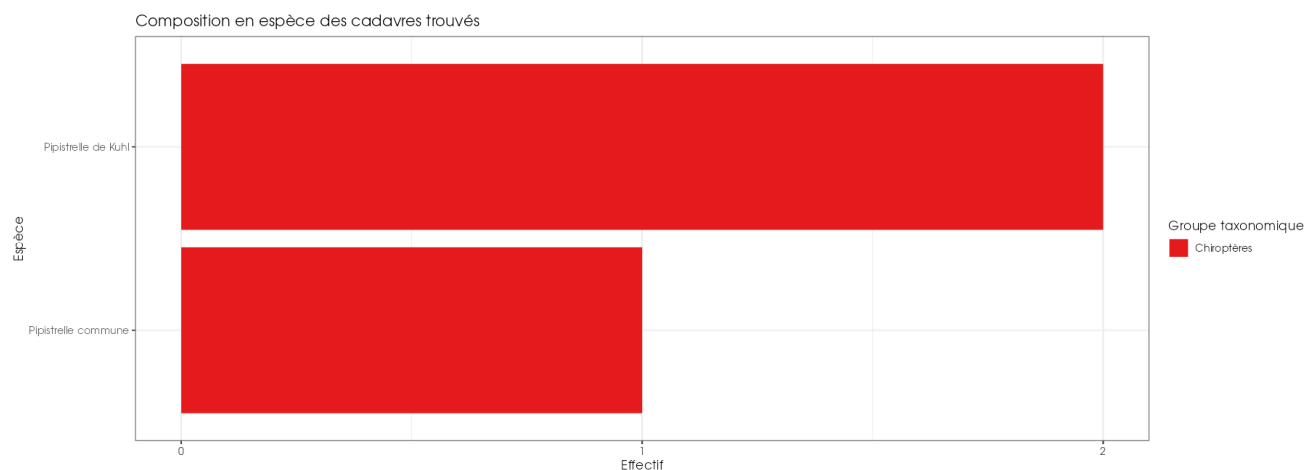


Figure 44 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Préveranges

Pour le suivi de mortalité, les observations ont concerné la Pipistrelle de Kuhl (n=2) et la Pipistrelle commune (n=1).

Tableau 32 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 90 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 (%)
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	4	0,04%	4	0,09%
Groupe des murins de petite taille indéterminés <i>Myotis sp.</i>	2	0,02%	2	0,04%
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	4	0,04%	4	0,09%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	137	1,23%	84	1,87%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	1505	13,46%	892	19,90%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	43	0,38%	33	0,74%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus sp.</i>	1479	13,23%	728	16,24%
Groupe des Oreillards indéterminés <i>Plecotus sp.</i>	13	0,12%	4	0,09%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	3520	31,49%	1477	32,95%
Groupe Pipistrelles de Kuhl / <i>Nathusius</i> <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>nathusii</i>	4472	40,00%	1254	27,98%
Total	11179	100,00%	4482	100,00%

Pour le suivi acoustique, les espèces les plus fréquemment contactées sont la Pipistrelle commune (33%), la paire des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius (28%), la Noctule de Leisler (20%), le groupe des « sérotules » indéterminées (16%), puis la Noctule commune (<2%) et la Sérotine commune (<1%), enfin la Grande Noctule a été contactée à 4 reprises (<0,1%).

Les deux espèces découvertes dans le cadre du suivi mortalité sont également l'espèce et le groupe d'espèce les plus contactés (Pipistrelle commune et groupe des pipistrelles de Kuhl/Nathusius). Les autres espèces ont été moins contactées et n'ont pas été découvertes lors du suivi mortalité.

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

■ Pipistrelle commune

La Pipistrelle commune est l'espèce la plus contactée en altitude au niveau de l'éolienne E01 en 2024. Le seul cadavre de cette espèce ayant été retrouvé l'a été au niveau de l'éolienne E01 le 30 juillet. Juillet et août sont les deux mois où l'activité de l'espèce est la plus élevée, il est donc cohérent d'avoir eu de la mortalité à cette période.

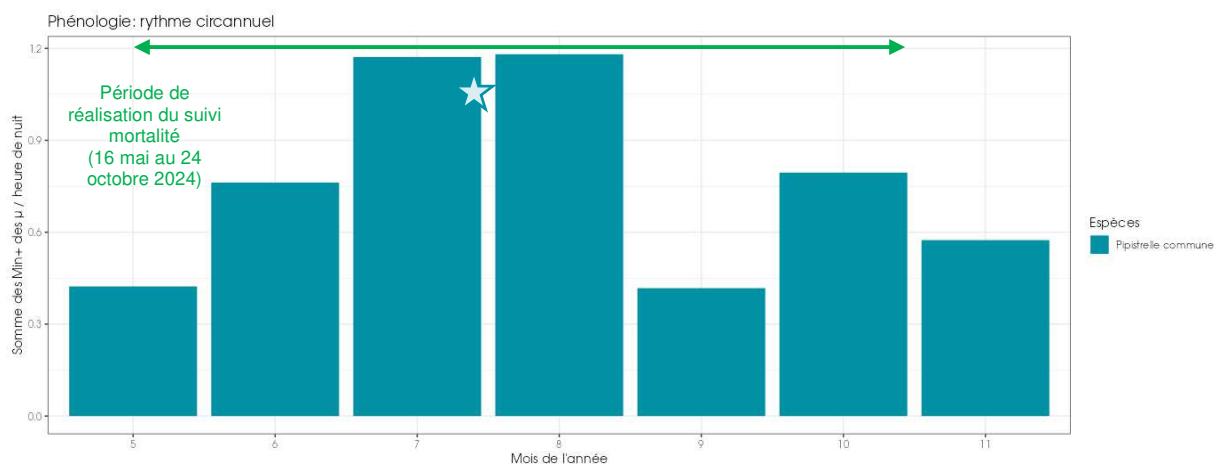


Figure 45 : Eolienne E01 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune en 2024.

■ Groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius

La Pipistrelle de Kuhl fait partie du groupe le plus contacté en altitude au niveau de l'éolienne E01 en 2024. Deux cadavres de Pipistrelle de Kuhl ont été retrouvés le 23 juillet et le 13 août, ce qui est cohérent avec l'activité observée pour le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius. L'activité du groupe est séparée entre mai-août et octobre-novembre. Là où l'activité d'août-novembre peut être attribuée à la Pipistrelle de Nathusius en migration, l'activité en mai-juillet peut être plutôt attribuée à l'activité estivale de chasse de la Pipistrelle de Kuhl, ce qui explique que l'espèce ait été retrouvée lors du pic de son activité estivale-début d'automne.

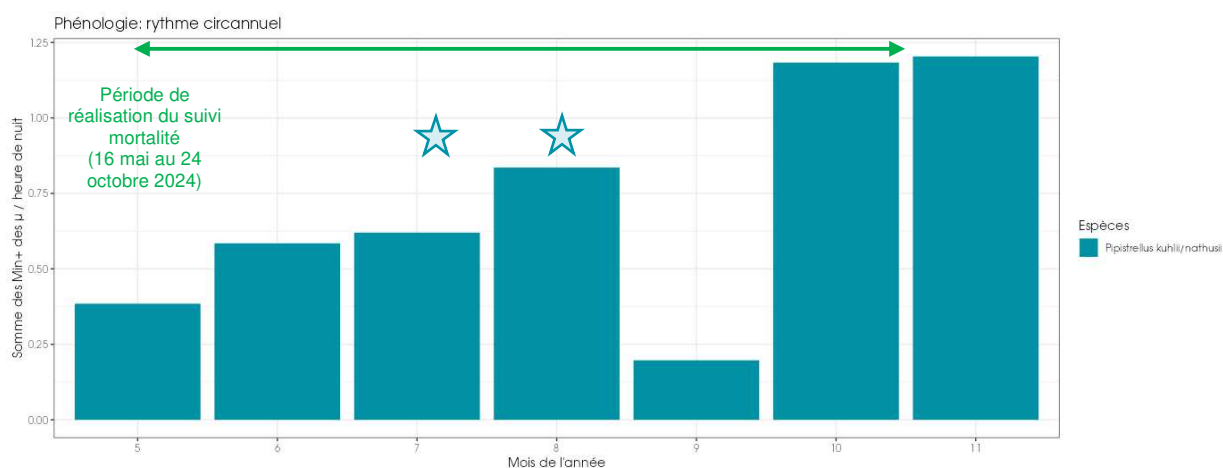


Figure 46 : Eolienne E01 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune en 2024.

Le bilan de la phénologie des découvertes de cadavres est présenté dans le tableau ci-dessous (Tableau 33 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces).

Tableau 33 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces

Date	23/07	30/07	13/08	Total général
Période	Mise-bas		Migration automnale	
Bridage	Pas de bridage		Bridage	
Pipistrelle commune		1		1
Pipistrelle de Kuhl	1		1	2
Total général	1	1	1	3

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

Les espèces découvertes durant le suivi de mortalité correspondent aux principales espèces identifiées durant le suivi acoustique. L'espèce la plus contactée en altitude a été la Pipistrelle commune et un des trois cadavres retrouvés appartenait à cette espèce et a été découvert lors du pic d'activité de l'espèce. De même, le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius est le groupe le plus contacté et la seconde entité la plus contactée en altitude, et deux des trois cadavres retrouvés appartenaient à cette espèce, et ont été découverts pendant la période où la plupart de l'activité du groupe peut être attribuée à la Pipistrelle de Kuhl. Les pipistrelles sont à la fois le groupe d'espèces le plus contacté en altitude et le plus décompté parmi les cadavres découverts durant le suivi de mortalité.

Sur les 3 chiroptères retrouvés durant le suivi de mortalité, deux cadavres ont été retrouvés au niveau de l'éolienne E01 équipée de l'enregistreur automatisé.

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

2.2.6 Evaluation de l'efficacité du bridage chiroptère en fonctionnement

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

Il est à noter que les capteurs des paramètres météorologiques n'ont pas pu faire remonter des données pour l'ensemble des contacts de chauves-souris obtenus sur l'éolienne. Pour l'analyse de l'activité en fonction des paramètres météorologiques, le nombre total de minutes positives pour lesquelles les données météorologiques sont disponibles est de N=4 412 minutes positives sur 171 nuits de suivi, entre le 17 mai et le 5 novembre 2024, au lieu de 4 482 minutes.

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 présents dans ou à proximité du volume de brassage des pales.

Le parc éolien de Préveranges fait déjà l'objet d'un bridage en fonction de l'activité des chauves-souris, avec les paramètres suivants :

Bridage en place au 31/07/2023	
Période	Du 1 ^{er} août au 31 octobre
Éoliennes concernées	Toutes les éoliennes
Vitesse de vent nacelle (m/s)	6 m/s
Température ambiante nacelle	> 10°C
Période de la nuit pour les éoliennes concernées	Du coucher du soleil jusqu'au lever du soleil
Conditions de précipitations préconisées	Non
Conditions de précipitations activées	Non

Ce bridage va être testé, et en fonction des résultats, et considérant l'importante activité enregistrée en altitude, un bridage va toutefois être proposé en mesure corrective.

Tableau 34 : Test du bridage préexistant du parc de Préveranges sur les données de 2024.

	Période n°1	Total
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} août au 31 octobre	Du 1 ^{er} août au 31 octobre
Seuil de température	Par des températures supérieures ou égales à 10°C	Par des températures supérieures ou égales à 10°C
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 6 m/s	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 6 m/s
Nombre d'heures durant la nuit	Du coucher au lever du soleil	Du coucher au lever du soleil
	Evaluation du bridage préexistant sur les données 2024 de l'éolienne (E01) pour la période de bridage choisie	Evaluation sur l'ensemble du suivi en altitude (mai à novembre)
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	96,2%	61,7%
Nombre de minute positive restant à risque	109 minutes sur 2 833 toutes espèces confondues	1688 minutes sur 4 412 toutes espèces confondues
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	95,7 %	65,7 %
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	26 minutes sur 609 minutes de présence des noctules de Leisler.	304 minutes sur 887 minutes de présence des noctules de Leisler.
Proportion d'activité des Noctules commune (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	95,9 %	83,3 %
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	3 minutes sur 73 minutes de présence des Noctules communes.	14 minutes sur 84 minutes de présence des Noctules communes.
Proportion d'activité des Grandes Noctules (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	50%	50%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Grande Noctule	2 minutes sur 4 minutes de présence des Grandes Noctules.	2 minutes sur 4 minutes de présence des Grandes Noctules.
Proportion d'activité des Sérotines/Noctules (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	95,4 %	65,6 %
Nombre de minute positive restant à risque pour les Sérotine/Noctules	54 minutes sur 1192 minutes de présence des sérotules.	596 minutes sur 1 734 minutes de présence des sérotules.
Proportion d'activité de Pipistrelles communes (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	95,9%	55,5%
Nombre de minute positive restant à risque pour les Pipistrelles communes	34 minutes sur les 827 minutes de présences des Pipistrelles communes	637 minutes sur les 1 430 minutes de présence des Pipistrelles communes
Proportion d'activité de Pipistrelles de Kuhl/Nathusius (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	97,4%	63,4%

	Période n°1	Total
Nombre de minute positive restant à risque pour les Pipistrelles de Kuhl/Nathusius	21 minutes sur les 806 minutes de présences des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius	453 minutes sur les 1 238 minutes de présence des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius

Le bridage à 6 m/s et $> 10^{\circ}\text{C}$ est donc bien dimensionné pour la période d'août à fin octobre, couvrant 96,2% de l'activité sur cette période. Cependant, rapporté à la période d'enregistrement, ce bridage laisse une très forte proportion des chiroptères à risque, passant à une couverture de 61,7% pour l'ensemble de la période. La Noctule commune est peu impactée, car assez peu contactée et principalement en période de migration automnale. Mais les Noctules de Leisler, sérotules indéterminées et pipistrelles sont bien plus impactées.

Cela peut s'expliquer par la très forte activité constatée au niveau du parc, avec une importante part de l'activité en été. Il est donc proposé une extension du bridage de manière à inclure la période juin-juillet.

3 Mesures correctives et conclusion

3.1 Mesures correctives

3.1.1 Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique

Le bridage du parc éolien de Préveranges est jugé insuffisant en l'état en raison de la très forte activité enregistrée sur le parc, notamment en été.

Au vu de la très forte activité enregistrée en altitude et de la découverte de 3 cadavres durant le suivi, une modification du bridage est proposée, incluant la période estivale en conservant les autres paramètres du bridage, jugés satisfaisants.

Ce type d'analyse ne prend pas en compte les variations annuelles d'activité des chauves-souris. Les proportions d'activités protégées par les paramètres de bridage peuvent évoluer. Un suivi mortalité en 2025, permettrait de vérifier l'efficacité de cette mesure de bridage spécifique sur la mortalité des chauves-souris.

Tableau 35 : Proposition de bridage spécifique des éoliennes pour le parc de Préveranges pour 2025.

	Période n°1	Total
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} juin au 31 octobre	Du 1 ^{er} juin au 31 octobre
Seuil de température	Par des températures supérieures ou égales à 10°C	Par des températures supérieures ou égales à 10°C
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6 m/s</u>
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 de l'éolienne (E01) pour la période de bridage choisie	Evaluation sur l'ensemble du suivi en altitude (mai à novembre)
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	96,7%	90%
Nombre de minute positive restant à risque	136 minutes sur 4 106 toutes espèces confondues	442 minutes sur 4 412 toutes espèces confondues
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	96,5 %	90,4 %
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	29 minutes sur 831 minutes de présence des noctules de Leisler.	85 minutes sur 887 minutes de présence des noctules de Leisler.
Proportion d'activité des Noctules commune (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	96,3 %	91,7 %
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	3 minutes sur 80 minutes de présence des Noctules communes.	7 minutes sur 84 minutes de présence des Noctules communes.

	Période n°1	Total
Proportion d'activité des Grandes Noctules (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	50%	50%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Grande Noctule	2 minutes sur 4 minutes de présence des Grandes Noctules.	2 minutes sur 4 minutes de présence des Grandes Noctules.
Proportion d'activité des Sérotones/Noctules (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	96,1 %	90,4 %
Nombre de minute positive restant à risque pour les Sérotonine/Noctules	63 minutes sur 1 630 minutes de présence des sérotules.	167 minutes sur 1 734 minutes de présence des sérotules.
Proportion d'activité de Pipistrelles communes (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	96,6%	90,8%
Nombre de minute positive restant à risque pour les Pipistrelles communes	46 minutes sur les 1 344 minutes de présences des Pipistrelles communes	132 minutes sur les 1 430 minutes de présence des Pipistrelles communes
Proportion d'activité de Pipistrelles de Kuhl/Nathusius (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	97,6%	88,5%
Nombre de minute positive restant à risque pour les Pipistrelles de Kuhl/Nathusius	27 minutes sur les 1 123 minutes de présences des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius	142 minutes sur les 1 238 minutes de présence des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius

Pour limiter les risques d'impact du parc sur l'activité des chauves-souris, au vu de la très forte activité enregistrée en altitude, les paramètres de bridage de 6 m/s en seuil de vitesse du vent, et 10°C en seuil de température sont conservés. La période visée s'étend de début juin à fin octobre au lieu d'août à fin octobre, correspondant à la majeure partie de l'activité enregistrée et couvrant les périodes estivale et de migration automnale, concentrant l'activité en altitude.

Ce bridage permet d'assurer une couverture de 90% de l'activité des chiroptères enregistrée en 2024. Le seul point de vigilance étant que le seuil de vitesse du vent choisi ne couvre pas tous les contacts de Grande Noctule enregistrés.

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

3.1.2 Reconduction du suivi post-implantation

Au regard de la modification des paramètres de bridage du parc de Préveranges, il sera nécessaire de poursuivre en 2025 le suivi mortalité ainsi que les écoutes en altitude sur la période S20 à S43 afin d'évaluer notamment l'efficacité de la mesure. En fonction des résultats, des ajustements ne sont pas à exclure. Par ailleurs, étant donné la forte prédation constatée au niveau de ce parc dans le but d'affiner les résultats aussi bien pour les oiseaux que pour les chauves-souris sur la période de bridage, 2 passages par semaine devront être réalisés sur cette période, à savoir de la semaine 20 à la semaine 43.

On notera enfin que concernant les oiseaux, ce nouveau suivi permettra de voir la tendance d'impact du parc sur le cortège des rapaces notamment, faisant également l'objet d'un suivi pour l'année 2025.

3.1.3 Suivi comportement de la Buse variable

L'espèce ciblée par ce suivi (la Buse variable) a été contactée durant la période du suivi de mai à octobre. Trois cadavres de cette espèce ont été observés.

Au regard de la présence en 2024 de Buses variables fréquentant régulièrement le parc éolien de Préveranges et ses alentours, il est préconisé de réaliser en 2025 un suivi comportement de cette espèce, pour évaluer sa fréquentation au niveau du parc. L'objectif de cette étude sera d'identifier les comportements spécifiques (chasse, perchage, etc...) qui exposent la Buse variable aux risques des éoliennes et d'évaluer les conditions environnementales pouvant augmenter le risque (habitats, fauche...).

Le protocole d'étude proposé s'appuie sur trois éléments qui sont des sessions d'observation des comportements, la cartographie des habitats favorables et un suivi mortalité.

1) Suivi du comportement

Il s'agira lors de plusieurs sessions d'observation de noter les comportements des buses (chasse, transit, interactions avec d'autres oiseaux...), les hauteurs de vol, les distances par rapport aux éoliennes, les habitats de chasse utilisés.

Les sessions d'observations devront être réparties tout au long de la période du suivi mortalité.

2) Cartographie des habitats favorables

Il s'agit d'identifier et de localiser les habitats favorables à cette espèce au sein du parc que ce soit pour la chasse ou le repos au sein du parc de Préveranges.

Pour les habitats de chasse, il s'agira d'identifier les types de végétation et cultures les plus favorables et de les cartographier afin de voir si on observe une corrélation avec les mortalités observées.

Pour les zones de repos, l'ensemble des éléments structurant pouvant attirer cette espèce devront être identifiés. Ces éléments peuvent favoriser la présence de l'espèce à proximité immédiate des éoliennes. Après identifications de ces reposoirs, des propositions pour les rendre défavorables pourront être faites afin de limiter le risque de présence de cette espèce en pied de machines.

3) Réflexion sur des propositions de mesure d'atténuation et d'accompagnement

L'analyse de l'ensemble des résultats permettra de proposer des mesures adaptées pour limiter l'attractivité des pieds des éoliennes pour cette espèce.

3.1.4 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 Préveranges et notamment lors du suivi à réaliser en 2025 (un passage au printemps, un à deux passages en été, et un passage à l'automne ; ce planning type est bien entendu à adapter en fonction des conditions météorologiques du moment).

3.2 Conclusions

Le suivi mortalité réalisé en 2024 a mis en évidence 7 cadavres dont 4 oiseaux (2 espèces) et 3 chauves-souris (2 espèces) lors de 24 semaines de suivi mortalité qui s'étendait du 14 mai au 22 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 prairies notamment). De plus, la persistance est très faible à l'échelle du parc, avec un temps moyen de persistance de 1,2 jours. A ces coefficients correcteurs s'ajoute également le coefficient d'efficacité de recherche. Ainsi, les probabilités globales de détection calculées sont faibles et les estimations de mortalité (notamment les intervalles de confiances) qui intègrent ces facteurs sont plus importants pour les oiseaux et les chauves-souris.

Concernant les oiseaux :

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2024 (4 individus), il s'agit d'une part d'espèces locales (Buse variables) ou bien migratrices/migratrices partielles ou en dispersion à la suite de la période de reproduction (Linotte mélodieuse) dont les dates de découverte coïncident avec le passage de ces espèces sur la région.

Sur les oiseaux retrouvés, aucun ne correspond à des espèces chassables. On notera par ailleurs que la Linotte mélodieuse a un statut VU sur la liste rouge nationale des oiseaux nicheurs.

Au regard de l'estimation de la mortalité pour les oiseaux évaluée en 2024, l'impact du parc est **significatif pour les oiseaux**. En effet, l'estimation de la mortalité la plus probable pour ce groupe est comprise entre **16,25 et 29,25 oiseaux par éolienne sur l'ensemble du suivi**.

Les résultats de la mortalité brute restent « dans la moyenne » des chiffres que l'on peut trouver soit dans la bibliographie, soit à partir de notre référentiel brut Biotope ; ce sont en fait les estimations des temps de persistance ainsi que la non-prospection de certaines surfaces au cours du suivi qui engendre une forte augmentation de l'estimation de la mortalité ainsi que dans les calculs des incertitudes.

De plus il est important de mettre en avant la forte présence de Buse variable sur le site lors des fauches de prairies sur le site. En effet les mortalités observées sont survenues principalement après travail agricole de ces parcelles. Il peut être intéressant de mettre en place certaines mesures afin de palier à ce problème (bridage agricole par exemple).

Il est important de noter que le manque d'entretien de certaines parcelles (E04) et la forte présence de vaches lors du suivi (E02 et E03) ont eu un impact élevé sur la découverte de cadavres. En effet, l'éolienne E04 n'a pu être prospectée qu'à deux reprises en entière (hors plateforme) avant de passer en friche pour le reste du suivi. Cette éolienne se situe dans une friche entourée de boisements, ce qui en fait une éolienne avec un impact potentiellement élevé, impact impossible à évaluer étant donné le fait qu'elle soit non prospectable lors de la majorité du suivi.

Il est nécessaire d'échanger avec les exploitants agricoles afin de palier à ces problèmes pour le suivi qui sera réalisé en 2025. A noter que ces informations ont été remontées tôt en début de suivi, cela aurait pu être mis en place au cours de l'année 2024.

Concernant les chauves-souris :

Concernant les chauves-souris, 3 cadavres de chauves-souris ont été retrouvés sur l'entièreté du suivi 2024, nous avons une estimation de mortalité par éoliennes selon les formules entre **12,25 et 21,5 individus de chauves-souris par éolienne sur l'ensemble du 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 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.

Il est important de noter que le manque d'entretien de certaines parcelles (E04) et la forte présence de vaches lors du suivi (E02 et E03) ont eu un impact élevé sur la découverte de cadavres. En effet, l'éolienne E04 n'a pu être prospectée qu'à deux reprises en entière (hors plateforme) avant de passer en friche pour le reste du suivi. Cette éolienne se situe dans une friche entourée de boisements ce qui en fait une éolienne avec un impact potentiellement élevé, impact impossible à évaluer étant donné le fait qu'elle soit non prospectable lors de la majorité du suivi.

Concernant le suivi de l'activité des chiroptères en altitude, un dispositif d'enregistrement automatique (SM4BAT) équipé d'un micro a été placé à 90 m au sein de la nacelle de l'éolienne E01 du parc éolien de Préveranges dans le Cher (18), en 2024. Il a permis d'enregistrer l'activité des chauves-souris entre le 17 mai et le 5 novembre 2024, soit durant 171 nuits.

Les enregistrements indiquent la présence de 10 espèces en altitude sur l'année 2024. Cela représente un peu plus de 40 % des 25 espèces répertoriées en région Centre-Val de Loire. Il s'agit d'une diversité élevée considérant que les enregistrements ont été réalisés en altitude. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude ainsi que d'espèces plus rarement contactées comme les murins et les oreillards.

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 Pipistrelle commune domine le peuplement chiroptérologique** avec près de 33% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude. Son activité est globalement très forte.
- **La Noctule de Leisler est la seconde espèce la plus présente** avec presque 20% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude. Son activité est très forte d'après le référentiel altitude.
- **La Noctule commune est très peu présente avec** 1,8 % du total des minutes positives obtenues et a une activité globalement moyenne, voire très faible en ne prenant en considération que les nuits où elle est présente. Cette activité est particulièrement faible par rapport à ce qui est généralement enregistré en altitude en région Centre-Val de Loire.
- **La paire des Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius** représente presque 28% de l'activité en altitude, une proportion bien plus élevée que ce qui est généralement observé en altitude en région Centre-Val de Loire. L'activité du groupe est à son maximum en octobre et très élevée en début novembre, ce qui peut correspondre aux mouvements migratoires de la Pipistrelle de Nathusius.
- Il convient également de noter la présence de la **Grande Noctule** en août, à hauteur de 4 minutes positives, ce qui peut s'expliquer par la présence de la forêt de Tronçais à 50km au nord-est, et est la principale zone de gîte connue de l'espèce en région Centre-Val de Loire.

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, mais également en octobre et début novembre, correspondant également à la migration de la Pipistrelle de Nathusius et aux dispersions de Pipistrelles communes.

L'activité en altitude est généralement concentrée en début de nuit avec un léger regain d'activité en fin de nuit en périodes printanière et automnale. En période automnale, l'activité est importante sur la première partie de nuit et diminue ensuite progressivement, se poursuivant sur l'ensemble de la nuit.

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

- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des vitesses de vent inférieures à 5,38 m/s ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des températures supérieures à 14 °C.

Malgré la conclusion d'un impact significatif du parc sur les chauves-souris, le suivi de la mortalité a souffert de problèmes d'accès aux éoliennes, qui, bien que pris en compte dans les analyses statistiques a pu nous faire passer à côté d'une part de la mortalité.

De plus, la très forte activité enregistrée au niveau du parc, bien qu'elle ne concerne pas la Noctule commune, a tout de même compris la Grande Noctule et son niveau nous permet de justifier la proposition d'une modification du bridage de manière à réduire l'impact du parc sur la faune volante en été, période auparavant non couverte par le bridage.

Le suivi serait à renouveler pour 2025 avec une fréquence de deux passages par semaine pour permettre de tester entre autres l'efficacité du bridage sur la mortalité, s'assurer qu'elle n'augmente pas, voire qu'elle disparaisse.

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. (2023). 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-Brissson, 16-18 octobre 2015. 15p.
- HUSO, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052 19 p.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe: A review of banding data and literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* No. 28: 1-172.
- 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., VOHRALÍK V. & ZIMA J., 1999 - The atlas of European mammals, *Societas Europaea Mammalogica*, Poyser National History, 484 p.
- PONCE, Carlos, ALONSO, Juan Carlos, ARGANDOÑA, Gonzalo, et al. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation*, 2010, vol. 13, no 6, p. 603-612.
- REYES, Gabriel A., RODRIGUEZ, Meredith J., LINDKE, Kenneth T., et al. Searcher efficiency and survey coverage affect precision of fatality estimates. *The Journal of Wildlife Management*, 2016, vol. 80, no 8, p. 1488-1496.
- RODRIGUES, L., BACH, L., DUBORG-SAVAGE, M. J., KARAPANDZA, B., KOVAC, D., KERVYIN, T., DEKKER, J, KEPEL, A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH, C., PARK, K., MICEVSKI, B. & MINDERMAN, J., 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- RUSS J., 2023. — Les chauves-souris par le son. Delachaux et Niestlé, 480 p.
- RYDELL, J, OTTVALL, R, PETTERSSON, S, & GREEN M. (2017) The effects of wind power on birds and bats, an updated synthesis report 2017, Swedish Environmental Protection Agency. ISBN 978-91-620-6791-5, ISSN 0282-7298, 129p.
- SAND, Camille-Amélie; NORMAND, Brice; KERBIRIOU, Christian; BARRÉ, Kévin; RAVACHE, Andreas. Suivis réglementaires de la mortalité dans les parcs éoliens : de l'analyse locale à l'approche intégrée. *Sciences Eaux & Territoires, [S. l.]*, n. 46, p. article 8312, 2024. DOI: 10.20870/Revue-SET.2024.46.8312. Disponible en: <https://revue-set.fr/article/view/8312>. Accès en: 6 janv. 2025.
- SMALLWOOD, K. Shawn. Estimating wind turbine-caused bird mortality. *The Journal of Wildlife Management*, 2007, vol. 71, no 8, p. 2781-2791.
- SVENSSON L. (2014). Le guide ornitho, le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé. 448 p.
- TAPIERO A., 2017 – Plan national d'actions en faveur des chiroptères 2016-2025. FCEN. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. 83 p.
- TEMPLE H.J. & TERRY, A. (coord.), 2007 - The Status and Distribution of European Mammals. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. viii + 48 p.

- 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 DURR, 2022: <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkt-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 CHIROPTÈRES - <http://ecologieacoustique.fr/>

5 Annexes

Annexe I : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.



Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
11/06/2024	E01	<i>Linaria cannabina</i> (Linnaeus, 1758)	Linotte mélodieuse	Plumée	Adulte	Indéterminé	Prédation post-collision	5
02/07/2024	E03	<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	Buse variable	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	35
09/07/2024	E02	<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	Buse variable	Plumée	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	50
23/07/2024	E01	<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Natterer in Kuhl, 1817)	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	5
30/07/2024	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Pipistrelle commune	Sec	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	8
13/08/2024	E02	<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Natterer in Kuhl, 1817)	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	5
24/09/2024	E04	<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	Buse variable	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	58

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

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

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

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

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

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

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

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

Figure 47 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018

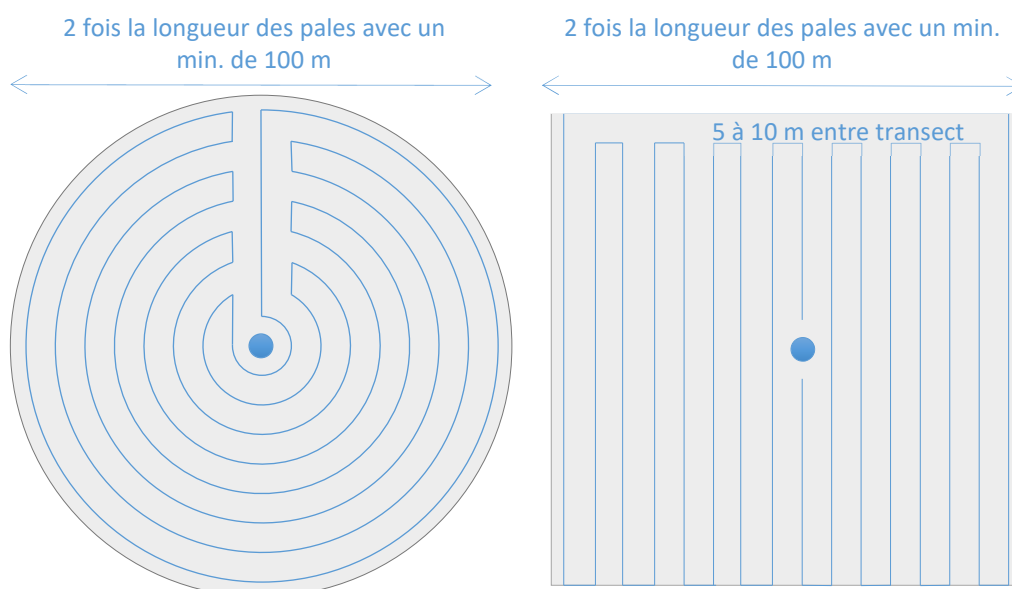


Figure 48 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).

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

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

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

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

Le principe général des estimations par éolienne est le suivant :

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

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

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

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

P(s,f) = Probabilité de détection propre à chaque méthode d'estimation (e.g. de Erickson, de Jones, de Huso, de Korner-Nievergelt etc.). Les équations sous-jacentes à chaque méthode d'estimation font toutes appel à **deux coefficients correcteurs** que sont le coefficient de persistance (**s**) (qui peut être exprimée comme une durée de persistance ou comme une probabilité de survie suivant les formules) et le coefficient d'efficacité de recherche moyen (**f**). La valeur de **P(s,f)** obtenue correspond à une probabilité de détection moyenne tenant compte du fait que certains cadavres sont manqués faute de détection parfaite et d'autre du fait de leur disparition. Associée au nombre de cadavres trouvés durant le suivi pour chaque 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 V : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%

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

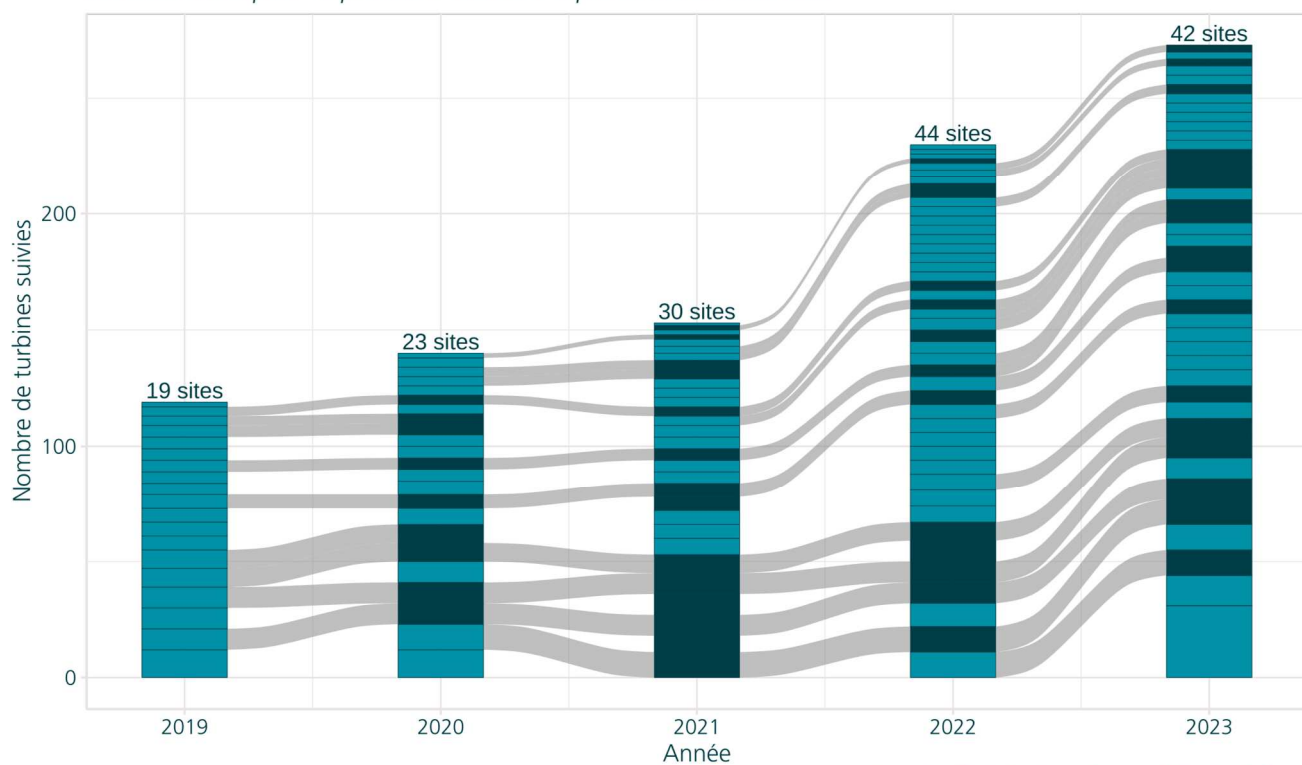
Annexe VI : Détails sur la méthodologie, les résultats et les biais concernant les référentiels mortalité Biotope

Répartition des données du référentiel selon les années

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

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

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



Données & réalisation : Bureau d'études Biotope

Figure 49 : Répartition des données du référentiel selon les années

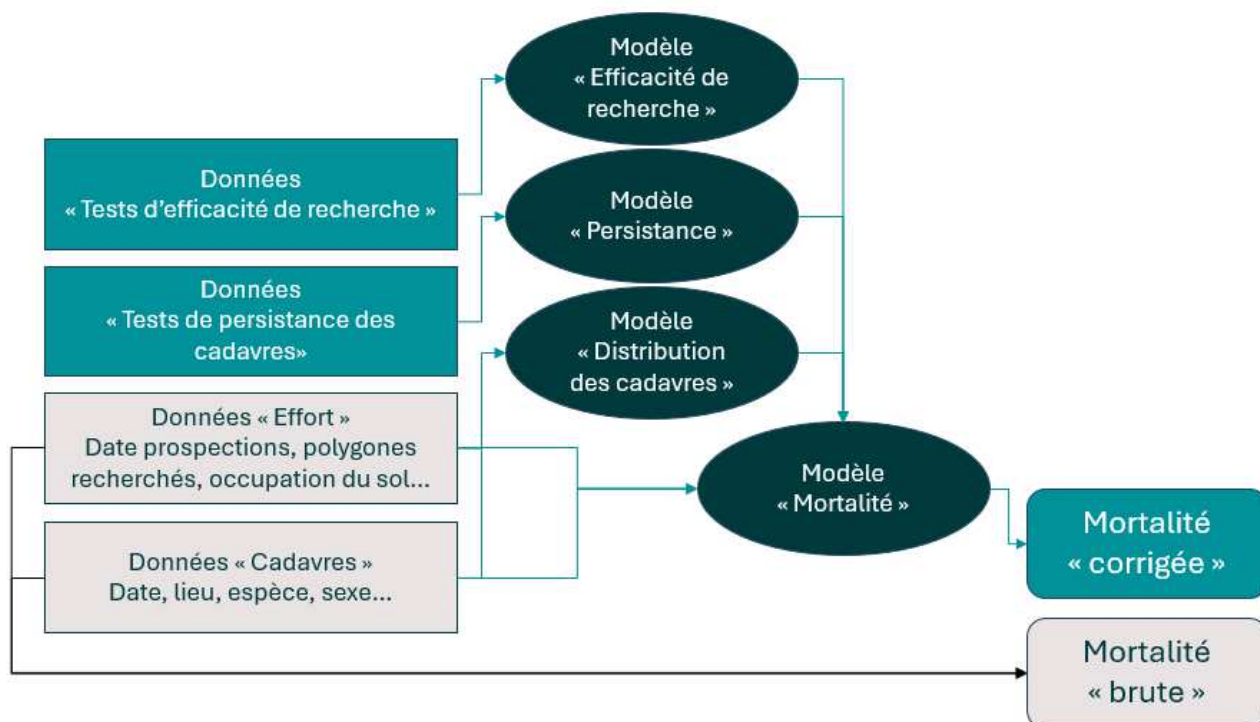


Figure 50 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalités brute et corrigée

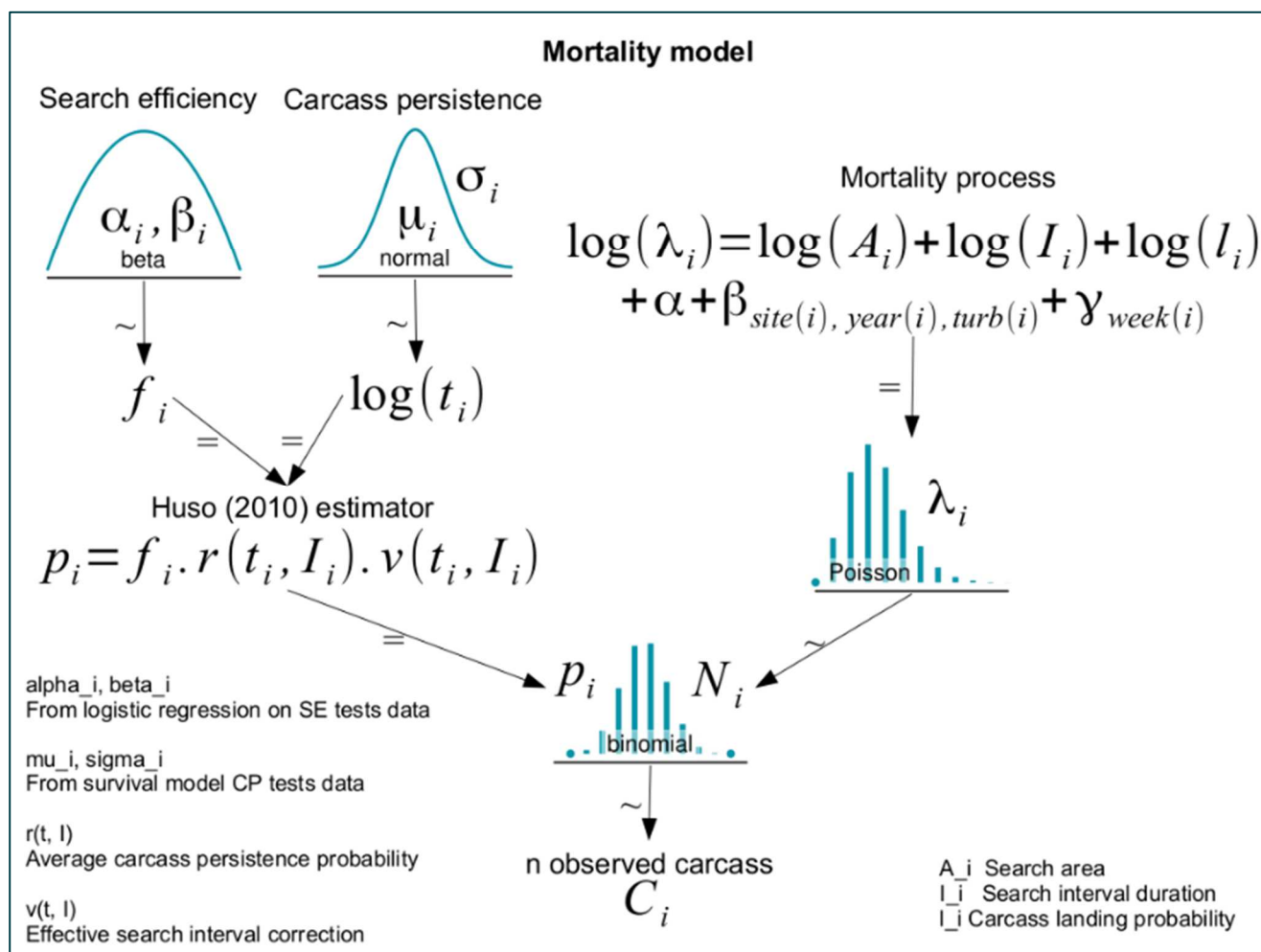


Figure 51 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée**Les biais d'interprétation concernant l'utilisation du référentiel mortalité corrigé****1. Modélisation différente des coefficients correcteurs par rapport à celles faites classiquement**

- *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 : Paramétrage de l'enregistreur en hauteur	15
Tableau 2 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période	16
Tableau 3 : Identification des espèces de chiroptères	18
Tableau 4 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude pour l'ensemble de la période de suivi	20
Tableau 5 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude pour la période de migration printanière	21
Tableau 6 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude pour la période estivale de mise-bas et d'élevage des jeunes	22
Tableau 7 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude pour la période de migration automnale	23
Tableau 8 : Prospections de terrain et informations météorologiques	26
Tableau 9 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 2 tests).	28
Tableau 10 : Équipe de travail	29
Tableau 11 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc de Préveranges en 2024.	30
Tableau 12 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 90 m	31
Tableau 13 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur sur l'ensemble de la période d'enregistrement	33
Tableau 14 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période printanière	34
Tableau 15 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période estivale	34
Tableau 16 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur en période automnale	35
Tableau 17 : Proportions des contacts obtenus en altitude en fonction de la durée après le coucher du soleil	42
Tableau 18 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (90 m) en fonction de la vitesse du vent	44
Tableau 19 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane en fonction de la température	46
Tableau 20 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023 ; Dürr, 2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotopie 2023 pour des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut.	52
Tableau 21 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Préveranges	53
Tableau 22 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotopie 2023 pour des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine.	54
Tableau 23 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Préveranges	55
Tableau 24 : 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 (24 passages).	56
Tableau 25 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 24 passages	58

Tableau 26 : 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.	59
Tableau 27 : 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.	59
Tableau 28 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation	60
Tableau 29 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Préveranges sur la période du suivi	60
Tableau 30 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Préveranges sur la période du suivi	62
Tableau 31 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité	64
Tableau 32 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 90 m au niveau de l'éolienne E01.	67
Tableau 33 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces	68
Tableau 34 : Test du bridage préexistant du parc de Préveranges sur les données de 2024.	70
Tableau 35 : Proposition de bridage spécifique des éoliennes pour le parc de Préveranges pour 2025.	72

Index des figures

Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Préveranges (de haut en bas, E01, E02, E03 et E04)	7
Figure 2 : Localisation de l'implantation du microphone en nacelle. © Biotope.	15
Figure 3 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne E01 du parc de Préveranges	17
Figure 4 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope	17
Figure 5 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude	20
Figure 6 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude	25
Figure 7. Schéma temporel de la vitesse du vent à 90 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E01 du parc de Préveranges, entre mai et novembre 2024	25
Figure 8. Schéma temporel de la température à 90 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne E01 du parc de Préveranges, entre mai et novembre 2024	26
Figure 9 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	28
Figure 10 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistrée en altitude (90 m) au niveau de l'éolienne E01 de mai à novembre 2024	36
Figure 11 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (90 m) au niveau de l'éolienne E01 de mai à novembre 2024	37
Figure 12 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne E01 de Préveranges en 2024.	37
Figure 13 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la paire des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius, en altitude sur l'éolienne E01 de Préveranges en 2024.	38
Figure 14 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les « sérotules », en altitude sur l'éolienne E01 de Préveranges en 2024.	38
Figure 15 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les autres espèces ponctuellement contactées, en altitude sur l'éolienne E01 de Préveranges en 2024.	39
Figure 16 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (90 m), toutes espèces confondues, de mai à novembre 2024	39

Figure 17 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (90 m), toutes espèces confondues, au mois de mai 2024	40
Figure 18 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (90 m), toutes espèces confondues, de juin à juillet 2024	40
Figure 19 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, en altitude (90 m), toutes espèces confondues, d'août à novembre 2024	41
Figure 20 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, en altitude (90 m)	41
Figure 21 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (90 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Préveranges	43
Figure 22 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (90 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Préveranges	43
Figure 23 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (90 m) au niveau de l'éolienne E012 du parc de Préveranges	44
Figure 24 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (90 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Préveranges	45
Figure 25 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne (°C) en hauteur (90 m) au niveau de l'éolienne E01 du parc de Préveranges	45
Figure 26 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site, pour les contacts enregistrés en altitude (90 m)	46
Figure 27 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 90 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris	47
Figure 28 : Météorologie enregistrée sur les capteurs, à gauche - Conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris, à droite. L'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions	47
Figure 29 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Préveranges	49
Figure 30 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Préveranges	50
Figure 31 : Nombre de cadavres découverts par éolienne	50
Figure 32 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Préveranges. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.	51
Figure 33 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation. Le cercle noir correspond au rayon de prospection maximale de la zone échantillonnée.	51
Figure 34 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute de votre parc à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2023).	55
Figure 35 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	57
Figure 36 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04 (de gauche à droite et de haut en bas) le 14 mai 2024 (premier passage en haut) et le 15 octobre 2024 (passage 23)	57
Figure 37 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. A gauche évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, à droite synthèse (boite à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1 ^{er} quartile, médiane en gras, 3 ^{ème} quartile, maximum).	58
Figure 38 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation	59
Figure 39 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Préveranges au cours du suivi de 2024 sur 161 jours	61
Figure 40 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Préveranges au cours du suivi de 2024 sur 161 jours	62
Figure 41 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Préveranges	65
Figure 42 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E01 sur la période de réalisation du suivi mortalité	65

Figure 43 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E01 de Préveranges sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2024.	66
Figure 44 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Préveranges	66
Figure 45 : Eolienne E01 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune en 2024.	68
Figure 46 : Eolienne E01 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour la Pipistrelle commune en 2024.	68
Figure 47 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018	82
Figure 48 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).	82
Figure 49 : Répartition des données du référentiel selon les années	85
Figure 50 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalités brute et corrigée	86
Figure 51 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée	87

Index des cartes

Carte 1 : Localisation des éoliennes du parc éolien de Préveranges	14
--	----



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

