



SE KERNEBET

LT energy

Parc éolien de Kernebét

Commune de Plouigneau,
Bretagne (29)
4 mai 2026

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



Information sur le document

Citation recommandée	Biotope, 2026 – Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères - Parc éolien de Kernebet - Commune de Plouigneau, Bretagne (29) - SE KERNEBET - 132 p.		
Nom de fichier	SuiviMorta_Acoustique_Kernebet_20260504_V3.docx		
N° de contrat	77967		
Date de démarrage de la mission	08/04/2025		
Maître d'ouvrage	SE KERNEBET 19, Avenue Charles de Gaulle 08300 RETHEL		
Interlocuteur	Solène JUNG <i>Chargée d'études environnement</i>	Solène JUNG <i>Chargée d'études environnement</i>	
Biotope, Responsable du projet	Lucie BOMAL (LBO) <i>Chargé de mission Écologue fauniste - Chiroptérologue</i>	Lucie BOMAL (LBO) <i>Chargé de mission Écologue fauniste - Chiroptérologue</i>	
Biotope, Contrôleur qualité	Marine RIU (MRI) <i>Chef de projet Écologue – Chiroptérologue</i> <i>Coordinatrice de production</i>	Marine RIU (MRI) <i>Chef de projet Écologue – Chiroptérologue</i> <i>Coordinatrice de production</i>	
Version 1	Rédacteur : LBO – 31/03/2026	Contrôle qualité : MRI – 30/03/2026	Description des modifications apportées au document :
Version 3	Rédacteur : LBO – 04/05/2026		• Création du document. • Révision du bridage

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

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

Avant-propos

Le parc éolien de Kernebet (Finistère) a été installé en août 2024.

La société SE KERNEBET a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité réglementaire du parc éolien en 2025, ainsi que pour la réalisation d'une étude des chiroptères en nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018). Un suivi de mortalité volontaire et une étude chiroptérologique en nacelle ont été réalisés par Biotope en 2024 sur le parc éolien.

Le présent document présente les résultats des suivis réalisés en 2025 par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ce suivi est d'estimer les taux de mortalité des chauves-souris et des oiseaux, liés à l'exploitation du parc éolien de Kernebet.

Au regard des éléments fournis (volet faune de l'étude d'impact et du suivis mortalité volontaire de 2024) et des échanges réalisés pour la réalisation de l'offre commerciale, un protocole adapté, issu du document validé par le Ministère « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens », fixant les modalités à suivre, notamment pour la réalisation d'un suivi de mortalité, a été mis en œuvre.

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

Sommaire

1	Contexte de l'étude et aspects méthodologiques	6
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	8
1.2	Méthodologie appliquée	9
1.2.1	Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	9
1.2.2	Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées	10
1.2.3	Conditions de réalisation du suivi de mortalité et des suivis de l'activité de l'avifaune et des chiroptères	24
1.2.4	Équipe de travail	27
2	Synthèse et analyse des résultats	28
2.1	Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en hauteur	28
2.1.1	Espèces contactées	28
2.1.2	Abondance relative	29
2.1.3	Évaluation de l'activité en hauteur	32
2.1.4	Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur	38
2.1.5	Comparaison avec les suivis de l'activité des chiroptères antérieures	54
2.1.6	Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques	59
2.1.7	Synthèse de l'activité des chiroptères en hauteur	71
2.2	Résultats du suivi de mortalité	73
2.2.1	Résultats bruts	73
2.2.2	Analyse des résultats	82
2.2.3	Comparaison avec les suivis de mortalité antérieurs	92
2.2.4	Synthèse du suivi de mortalité	97
2.3	Facteurs d'impact et mesures mises en place	99
2.3.1	Analyse croisée avec l'étude d'impact	99
2.3.2	Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères	100
2.3.3	Évaluation du bridage chiroptère en fonctionnement	108
2.3.4	Autres facteurs d'impact	113
3	Mesures correctives	114
3.1	Les oiseaux	114
3.1.1	Cut-in-speed	114
3.2	Les chiroptères	114
3.2.1	Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique	114
4	Conclusions	119
4.1	Avifaune	119
4.2	Chiroptères	119
5	Bibliographie	121
6	Annexes	124
	Annexe I : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.	124
	Annexe II : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité	125
	Annexe III : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale	126

Annexe IV : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques	127
Annexe V : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%	128
Annexe VI : Détails sur la méthodologie, les résultats et les biais concernant les référentiels mortalité Biotope	129
7 Index des tableaux, cartes et figures	131

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.1 Contexte – présentation du parc et données historiques

1.1.1 Présentation du parc

Le parc éolien de Kernebet se situe dans le département du Finistère (29), en région Bretagne. Il est localisé à environ 12 km à l'est du centre-ville de Morlaix.

Le parc, mis en service en août 2024 comprend 4 éoliennes au total. Parmi ces éoliennes, on compte 3 éoliennes VESTAS V100 de 2,2 MW de puissance unitaire et d'orientation ouest-est. La 4^{ème} éolienne VESTAS V90 de 2 MW de puissance unitaire situé au nord-ouest des autres éoliennes. Ces éoliennes ont une hauteur de moyeu de 70 m.

Le parc de Kernebet se situe en partie en contexte agricole de polyculture-élevage avec un bocage dégradé au nord du parc et bien préservé sur la partie sud. À noter que les éoliennes K4 et K2 sont situées à proximité de haies multistrates, de prairies permanentes et d'un boisement landicole classé Natura 2000, le bois de Quillidien. Ce boisement compte plusieurs Habitats d'intérêt communautaires : landes humides atlantiques (4020*), prairies à Molinie (6410), tourbières hautes dégradées (7120) et Hêtraies acidophiles atlantiques (9120).



Eolienne K2



Eolienne K4



Eolienne K4



Eolienne K6

Photographie des éoliennes du parc

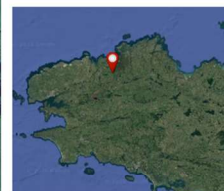


energy

Localisation des éoliennes et zones de recherche du suivi de mortalité

Parc éolien de Kernebet à Plouigneau (29)

- Éoliennes Vestas (V100 et V90)
- Zone de recherche



biotope

Carte 1 : Localisation des éoliennes et zones de recherche du suivi mortalité du parc éolien de Kernebet

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 2005-et 2014 puis rédigée en 2016, ainsi que le suivi mortalité volontaire réalisé en 2024. L'objectif est de les comparer avec les résultats du suivi réglementaire réalisés en 2025.

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

La zone d'étude élargie prise en compte ici pour l'observation de la faune correspond à un cercle d'un kilomètre de rayon centré sur le bois de Quillidien et comprend donc le bois et les parcelles agricoles environnantes sur 500 à 800 mètres. Des éléments provenant d'une zone plus large (5 à 10 ou 15 kilomètres) ont également été pris en compte en particulier pour l'analyse de l'avifaune et des chiroptères (zone d'étude générale élargie). A noter que l'étude d'impact réalisée en 2016 concernait un parc éolien constitué de 6 éoliennes, dont le nombre a par la suite été réduit à 4.

Pour la partie « oiseaux », les analyses s'appuient sur deux périodes d'étude :

- La première en 2005-2006 correspondant à une étude à plus grande échelle pour la mise en place du site éolien de Ty-Ru, le premier projet du site de Kernebet. Pour l'avifaune nicheuse, 6 stations IPA sur les 11 suivies concernent l'actuel site du parc éolien de Kernebet. Les IPA sont réalisés deux fois par station entre le 7 avril 2006 et le 6 juin 2006. Des observations ponctuelles ont également été effectuées en 2005 (octobre, décembre) et 2006 (septembre, octobre) pour les espèces hivernantes et migratrices.
- Une étude actualisée effectuée entre 2013 et 2014 sur l'actuel site éolien de Kernebet. Pour l'avifaune nicheuse, 6 stations IPA sont suivies lors de deux passages réalisés entre le 23 avril et le 23 juin 2014. Pour l'avifaune hivernante et migratrice, des observations ponctuelles ont été effectuées fin 2013 (octobre), début 2014 (janvier et février) et septembre 2014.

Cette méthode a permis d'apprécier l'utilisation du site par les oiseaux nicheurs ou en transit mais aussi de préciser les espèces hivernantes et en passage migratoire.

Pour l'étude des chauves-souris, deux techniques ont été déployées : l'utilisation de détecteurs d'ultrasons et de capture temporaire aux filets. De la même façon que pour l'avifaune, des suivis ont été effectués en 2006 à large échelle (5 points d'écoute suivis 2 fois par saison au printemps, été et automne) et complétés par des suivis en 2014 sur le site de Kernebet seul (6 points d'écoute suivis deux fois par période sur deux périodes : fin printemps-début été et fin d'été-début d'automne). Les prospections sont effectuées à l'aide d'un détecteur D980 Petterson avec expansion de temps. Lors de ces recherches, des points d'écoute de 10 minutes à proximité des points d'implantation pressentis pour les éoliennes ont été réalisés. Ce travail a été réalisé pendant deux heures après le coucher du soleil (période de la plus forte activité chiroptérologique).

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

Durant la période de nidification, « les espèces nicheuses présentes sont essentiellement des oiseaux arboricoles, protégés ou non mais globalement communs ou assez communs dans les zones bocagères et boisées ». 23 espèces d'oiseaux protégées ont été recensées. « Les rapaces présents comprennent les quatre espèces les plus communes de la région (Chouette hulotte Épervier d'Europe, Faucon crécerelle et Buse variable). Cependant si la Buse variable est très présente sur la zone et si la Chouette hulotte vocalise régulièrement au niveau du bois de Quillidien proche, les deux autres espèces sont observées bien plus ponctuellement ce qui correspond vraisemblablement à une faible densité locale (un seul couple par espèce dans un grand territoire). »

A proximité du bois de Quillidien se trouve « une avifaune d'espèces liées aux arbres mais aussi d'espèces nichant dans des formations arbustives plus basses (haies et friches), en particulier la Linotte mélodieuse, le Chardonneret élégant et le Bruant jaune (espèces protégées). De même l'Alouette de champs (espèce non protégée) est présente au niveau des zones cultivées situées au sud ». « Cette zone pourrait aussi être favorable à diverses espèces liées fortement aux zones de landes humides basses à moyennes comme la Fauvette pitchou ou la Locustelle tachetée mais ces espèces n'ont pas été contactées (du moins dans la partie Est du bois de Quillidien, zone plus durablement prospectée que les landes, très difficilement accessibles, de la partie nord-ouest du bois ».

« Certaines espèces présentes sont cependant en régression à l'échelle nationale, en particulier la Linotte mélodieuse, le Bruant jaune et le Pouillot fitis, mais aussi l'Alouette des champs, l'Épervier d'Europe, le Faucon crécerelle, le Pouillot véloce et le Verdier d'Europe. Ces régressions générales sont moins perceptibles en Bretagne et à l'échelle de zones bocages relativement bien préservées. Les zones les plus favorables aux espèces en régression correspondent aux zones de landes arbustives internes aux bois de Quillidien ».

Durant la période internuptiale, les espèces recensées sont « communes dans les zones agricoles bocagères ou plus ouvertes de Bretagne : Héron cendré, Bécassine des marais, Vanneau huppé, Goéland argenté, Goéland brun, Mouette rieuse, Grive litorne, Grive mauvis, Pipit farlouse, Tarier pâle (cette dernière espèce pouvant éventuellement nicher sur le site mais non observée en période de reproduction 2014 / 2015). Quelques autres espèces hivernantes sont visibles plus à l'ouest (champs et bocages du site éolien de Ty-Ru) : Pluvier doré et Pinson du nord par exemple ». « Les troupes plus importantes ne concernent que les groupes plurispécifiques de passereaux (comprenant principalement des Pipit

farlouses, des Linottes mélodieuses et des Pinsons des arbres) qui fréquentent les grandes zones ouvertes du nord du bois de Quillidien (troupees visibles pendant la période de migration et d'erratisme d'automne).

« Les espèces protégées présentes sont globalement communes ou assez communes dans le bocage cultivé et les zones boisées de Bretagne ».

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

« La zone d'étude est assez proche (3 kilomètres) de la zone de la Vallée du Douron (milieux bocagers, boisés et humides), riche en espèces pour le nord-ouest de la Bretagne (4 espèces d'intérêt communautaire et au moins 11 espèces au total). Des sites de reproduction ou d'hivernages d'espèces peu communes (rhinolophes) sont présents entre 4 et 8 kilomètres de la zone d'étude. Les espèces répertoriées directement sur la zone d'étude (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Sérotine commune, Oreillard gris) sont communes ou très communes à l'échelle de la Bretagne ou de la zone nord-est Finistère - Côtes d'Armor [...] Elles fréquentent essentiellement les lisières boisées du bois de Quillidien, en particulier celles qui bordent des pâtures humides. [...] Des individus circulent aussi cependant (en faible nombre) dans les zones plus ouvertes, paraissant bien moins favorables, au nord comme au sud du bois de Quillidien : pâtures mésophiles ou sèches et cultures de maïs (avec ou sans chemins agricoles et haies résiduelles). »

« Les espèces les moins communes de la vallée du Douron (espèces de la Directive Habitats) n'ont pas été détectées sur le site d'étude mais des transits ponctuels de ces espèces (Barbastelle d'Europe) restent possibles (des transits rares étant difficilement détectables) ». « Les lisières du Bois de Quillidien et les pâtures humides limitrophes sont donc ici des zones sensibles pour les chauves-souris communes colonisant la zone (comme zones importantes de transit et d'alimentation). »

« Il n'y a pas sur le site de gîte remarquable pour les populations locales ou rares mais des bâtiments de fermes et des grands arbres favorables des bois et grandes haies peuvent constituer un réseau de petits gîtes pour les espèces communes liées aux bâtiments ou arboricoles. »

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 81). Pour le nombre d'éoliennes à prospector, le protocole recommande de suivre toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes ou moins, et pour les parcs de plus de 8 éoliennes, appliquer la formule suivante : $8 + (\text{nombre d'éoliennes} - 8) / 2$.

La collecte de données implique de prospector une surface-échantillon définie, généralement un carré de 100 m de côté ou un cercle couvrant au moins un rayon égal à la longueur des pales avec un minimum de 50 m (Annexe 3, Figure 82). 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, comprenant 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. Au moins 3 formules de calcul des estimateurs standardisés doivent être utilisées, 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 du 4 août 2020 du parc éolien de Kernebet demande un suivi environnemental de la totalité des éoliennes : « Le suivi environnemental, en nacelle et au sol, permettant d'estimer la mortalité de l'avifaune et de chiroptères due à la présence des aérogénérateurs, est réalisé, dès la mise en service de la première éolienne, tous les ans pendant 3 ans. Les suivis de mortalité et d'activité devront être couplés afin de pouvoir corrélérer l'activité en altitude au regard des cadavres découverts. Ils devront être réalisés sur la totalité du cycle biologique des chiroptères (de mi-mars à fin-octobre). En fonction des résultats de ces suivis, la fréquence pourra être revue après accord de l'inspection des installations classées. Le suivi respectera les recommandations du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres en vigueur et reconnu par le ministère de l'environnement. »

Conformément à l'arrêté préfectoral, le suivi de mortalité devait comprendre au minimum 32 visites, réparties entre les semaines 12 et 43. Cependant, en raison d'un démarrage tardif du suivi, seules 29 visites ont été réalisées entre la semaine 15 (début avril) et la semaine 43 (fin 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 Kernebet. 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 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, 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 (coléoptères, diptères, 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 (Dominguez del Valle et al. 2020, 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 des coefficients correcteurs constitue le principal élément permettant d'exploiter de façon fiable les résultats des suivis de mortalité par recherche de cadavres. Ces coefficients sont essentiels pour tirer des informations scientifiquement recevables du suivi de mortalité. **En l'absence de coefficients robustes, aucune conclusion ne peut être envisagée quant à la mortalité effective engendrée par le parc éolien.**

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

1.2.2.1.3. Méthodes statistiques et incertitudes

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

- Évaluation de la capacité de détection de l'observateur

L'efficacité de recherche de l'observateur est calculée en se basant sur une approche de modélisation de la capacité 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 explicatives : le type d'occupation du sol, le pourcentage recouvrement végétal, la hauteur de végétation ou dans certains cas, la taille du leurre. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par AICc. 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 figure 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 ($a \times P(s, f)$)** est calculée pour chacune des éoliennes pour l'ensemble du suivi selon les trois méthodes d'estimation que sont : Erickson et al. (2000), Huso (2010) et Korner-Nievergelt et al. (2011). Il est alors possible de calculer la mortalité estimée la plus probable par éolienne.

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

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

Plus d'informations concernant les coefficients correcteurs ainsi que les méthodes statistiques utilisées sont disponibles en **annexe 4**.

1.2.2.2 Méthode de recherche des cadavres

1.2.2.2.1. Méthode par transects circulaires

Le protocole que nous avons mis en œuvre est adapté d'après Arnett et al. (2009) et Baerwald et al. (2009). **Il s'agit d'une méthode de suivi se basant sur des transects circulaires.** Ce type de transects cible la zone théorique

principale de présence de cadavres liés à des phénomènes de collision, sous la principale zone de survol par les pales et ses abords.

Ce protocole présente plusieurs avantages :

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

Les prospections s'effectuent à pied sous les éoliennes et dans un rayon de 50 m autour de chaque éolienne : 11 cercles éloignés de 5 m les uns des autres, en partant du plus éloigné du mât de l'éolienne (50 m), jusqu'au pied de l'éolienne sont alors effectués.

Pour cela, nous avons utilisé un jeu de cordes et mousquetons. La première corde, tendue le plus haut possible autour du mât de l'éolienne, sert de fixation mobile à une seconde corde longue de 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, 10 cercles de diamètre variable ont été parcourus ainsi qu'un tour au pied de l'éolienne.

Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir 2 073,4 m de transect, à une vitesse de 9 km/h environ.

1.2.2.2. Méthodes par transects linéaires

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.** Les transects circulaires décrits dans la littérature n'ont pas pu être mis en place sur la totalité du parc en raison de la topographie et de la végétation présente. Ce type de transects **cible la zone théorique principale de présence de cadavres** liés à des phénomènes de collision, sous la principale zone de survol par les pales et ses abords.

La surface prospectée et la longueur des transects est donc variable selon la possibilité ou non de prospecter selon l'occupation du sol.

1.2.2.3. 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.

1.2.2.4. 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, page 111.

Pour limiter les risques de modification comportementale des prédateurs et éviter les doubles comptages, tous les cadavres découverts sont remplacés 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 une des plus grandes bases 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 (quantité 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 médiane 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 2025, comme en 2024, les dispositifs d'acquisition des données chiroptérologiques ont été installés sur les éoliennes K4 et K2 du parc éolien de Kernebet.



Carte 2 : Localisation des éoliennes et des enregistreurs du parc éolien de Kernebet

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 SMART (Wildlife Acoustics) capable d'enregistrer les sons de chauves-souris suivant différents paramètres de déclenchement (cf. Tableau 2).

En 2025, comme en 2024, deux microphones ont été installés sur les éoliennes K4 et K2, en nacelle, à 70 m de hauteur.

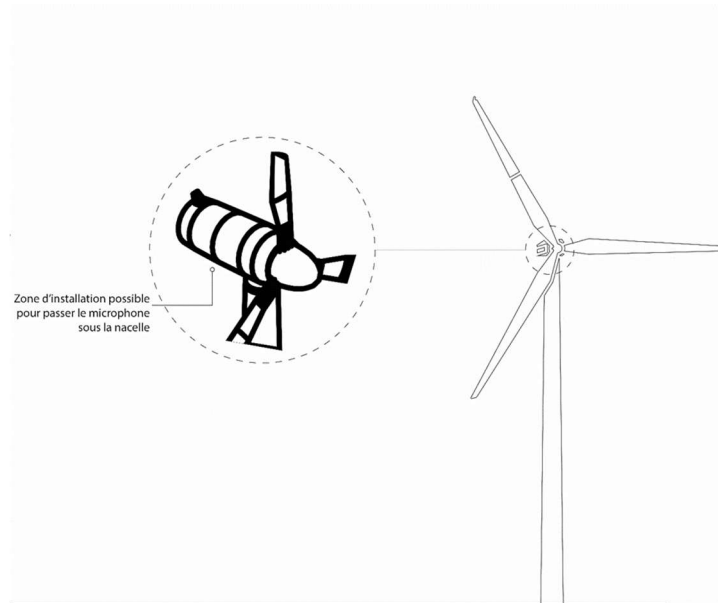


Figure 1 : Localisation de l'implantation du microphone en nacelle. © Biotope.

Tableau 1 : Paramétrage de l'/des enregistreur(s) en hauteur

Paramètres d'enregistrement	SMART	Paramètres d'enregistrement	SMART
Type de microphone utilisé	SMART MIC-1	Durée minimale de cris	0.002 sec
Fréquence d'échantillonnage	256 KHz	Durée maximale de cris	0.5 sec
Filtre Pass Haut	Off	Ecart maximum entre les cris	0.5 sec
Gain	12 dB	Durée maximale de la séquence	5 sec
Durée		Nombre minimal de cris	2
Pré déclenchement	0.5 sec	Durée minimale de déclenchement	1 ms
Post déclenchement	0 sec	Déclenchement avant le coucher du soleil	30 min.
Fréquence minimale	8 KHz	Arrêt après le lever du soleil	30 min.
Fréquence maximale	120 KHz		

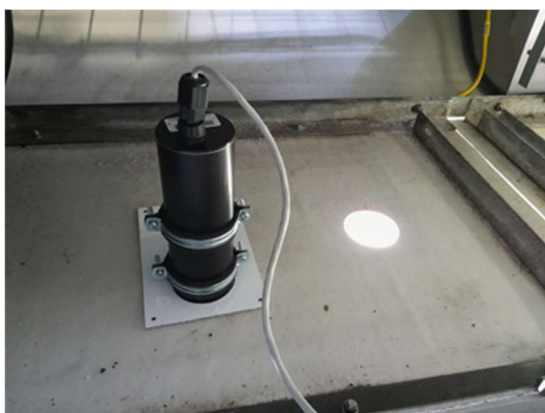


Photo microphone 1



Photo enregistreur dans l'éolienne K4

Microphone et enregistreur SMART installé en nacelle K4 du parc de Kernebet

1.2.2.1.2.1. Calendrier des enregistrements

L'activité des chauves-souris en altitude a été analysée durant plus de 8 mois, du 8 mars au 31 octobre 2025.

Au total, 142 nuits pour K4 et 158 nuits pour K2 ont été analysées. Une importante interruption des enregistrements sur les deux éoliennes a eu lieu au mois de juin 2025, du 31 mai au 1 juillet pour K4 et du 30 mai au 10 juillet pour K2. De même un autre dysfonctionnement a eu lieu au mois de mars, du 10 au 26 mars pour K4 et du 10 au 18 mars pour K2. D'autres interruptions ont été observées :

Pour K4 :

- Du 27 mars au 4 avril ;
- Du 1^{er} mai au 28 mai ;
- Du 27 août au 4 septembre ;
- Du 6 septembre au 18 septembre.

Pour K2 :

- Du 2 octobre au 31 octobre.

Elles sont dues à des débranchements du SMART lors de maintenance en éolienne, mais aussi de dysfonctionnements du SMART qui ont été réalisés en 2025. Les écoutes réalisées en 2025, sur l'ensemble du site, sur le mois de mars, de mai et d'octobre sont suffisantes pour rendre compte de la fréquentation du site par les chiroptères à cette période de l'année. Néanmoins, aucune écoute n'a été réalisée au mois de juin, nous n'avons donc pas de données sur la fréquentation du site en juin.

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		
	K4	K2
Mars 2025	6	14
Avril 2025	31	31
Mai 2025	3	30
Juin 2025	0	0
Juillet 2025	31	21
Aout 2025	27	31
Septembre 2025	13	30
Octobre 2025	31	1
TOTAL	142	158

* 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, 142 nuits pour K4 et 158 pour K2 entre mars et octobre 2025, **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 2025 atteint ce seuil et peut donc être considérée comme représentative.

Les graphiques suivants présentent la courbe d'accumulation calculée sur l'éolienne K4 ainsi que sur l'éolienne K2. Ces courbes représentent le cumul des nouvelles espèces contactées en fonction de l'effort d'échantillonnage. La construction des courbes prend en compte la saisonnalité. Ici, l'échantillonnage est réparti uniformément entre les mois.

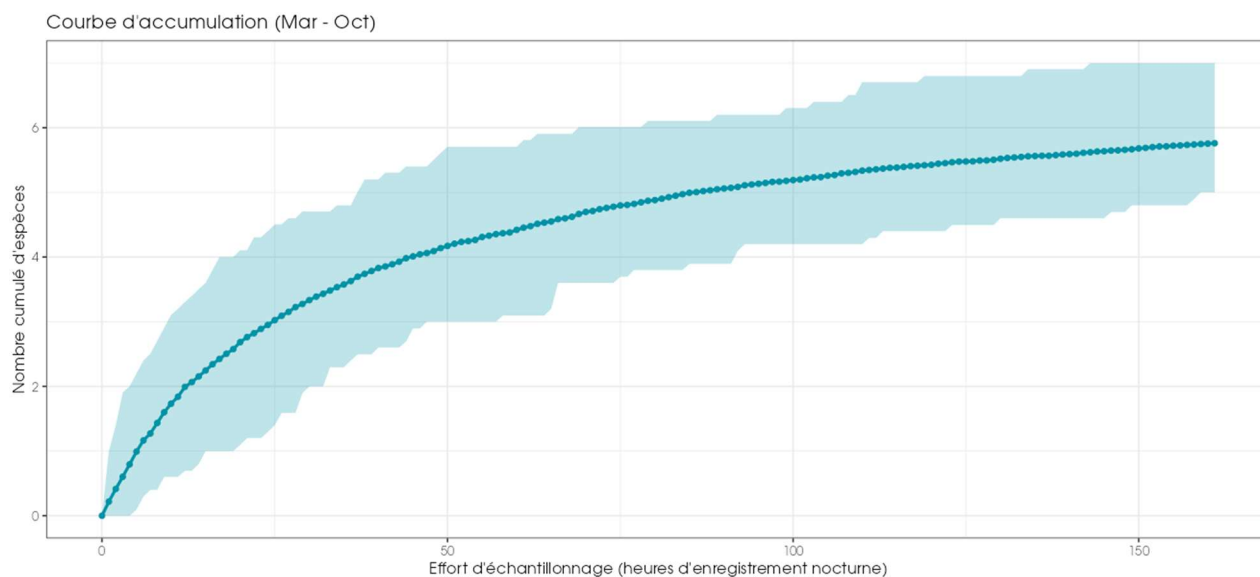


Figure 2 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne K4 du parc de Kernebet

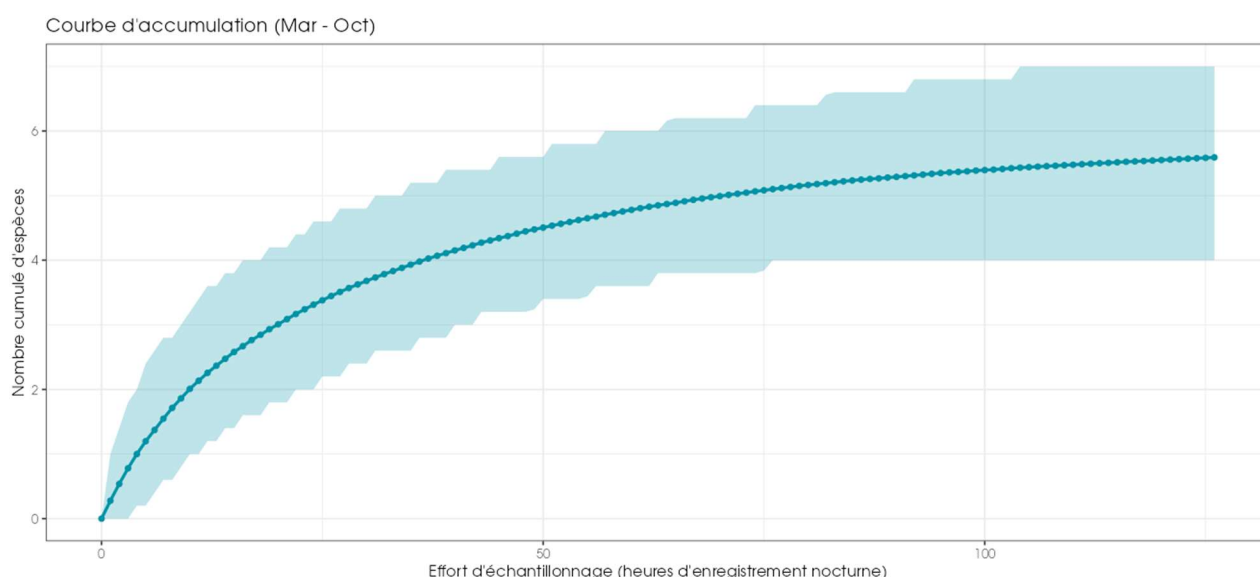


Figure 3 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne K2 du parc de Kernebet

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.

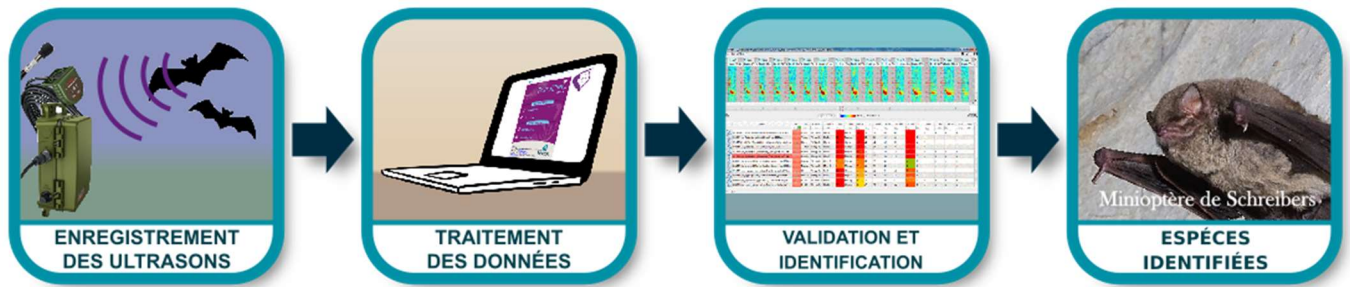


Figure 4 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope

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>		
Petit Murin	<i>Myotis blythii</i>	Grands Myotis	
Murin du Maghreb	<i>Myotis punicus</i>		
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	
Murin de Brandt	<i>Myotis brandtii</i>	Murin de Brandt	
Murin de Capaccini	<i>Myotis capaccinii</i>	Murin de Capaccini	Petits Myotis
Murin à moustache	<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustache	

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements très favorables	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements défavorables
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	
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	Sérotine bicolore	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Sérotules
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi	
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schreibers	Pipistrelle / Minioptère
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>		
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	Groupe des oreillards	
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrotis</i>		
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Grande Noctule	Groupe Molosse / Grande Noctule
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	Molosse de Cestoni	

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

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

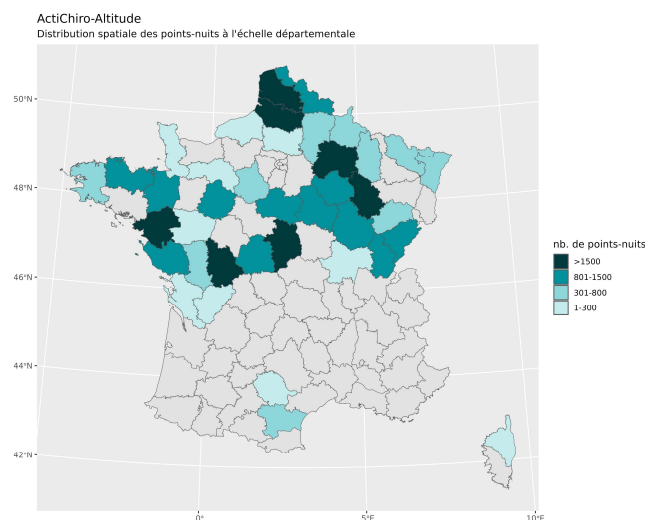


Figure 5 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude

1.2.2.1.6.3. Référentiel ActiChiro® dédié à cette étude

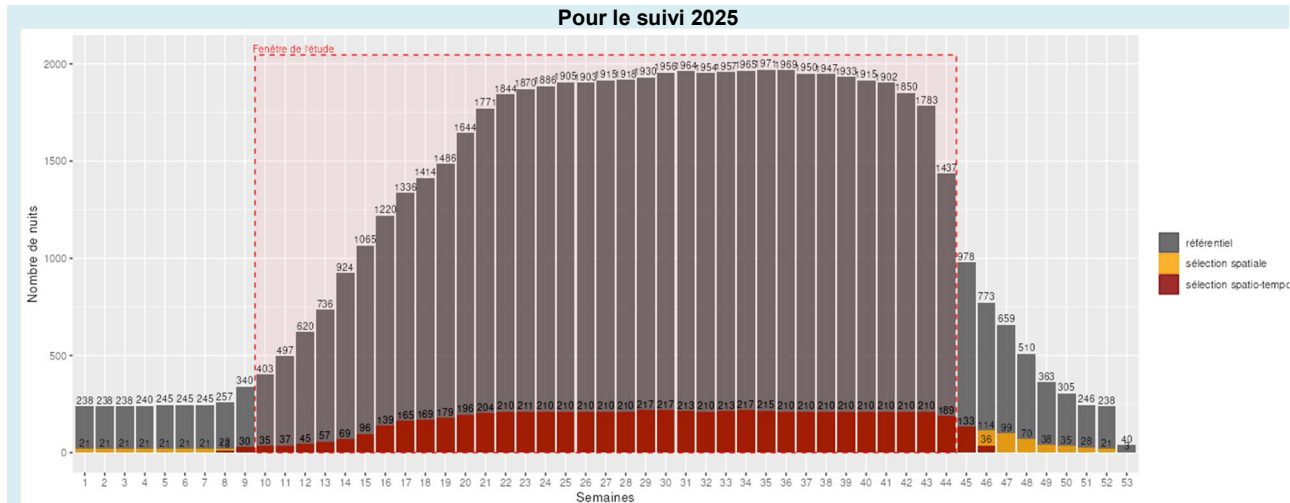
Le nouvel ActiChiro® a été conçu pour être un référentiel dynamique. C'est-à-dire que pour chaque étude, l'emprise spatio-temporelle est adaptée au site d'étude et au type d'analyses réalisées, ce qui permet de comparer les résultats des inventaires à un jeu de données le plus pertinent. **Le nouvel 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 le suivi 2025	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 200 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 40 à 120 m
Sélection temporelle du référentiel	21 février – 15 octobre
Carte du référentiel	Zoom sur la zone d'étude
lat lon étude référentiel sélection spatiale sélection spatio-temporelle	lat lon étude référentiel sélection spatiale sélection spatio-temporelle

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.

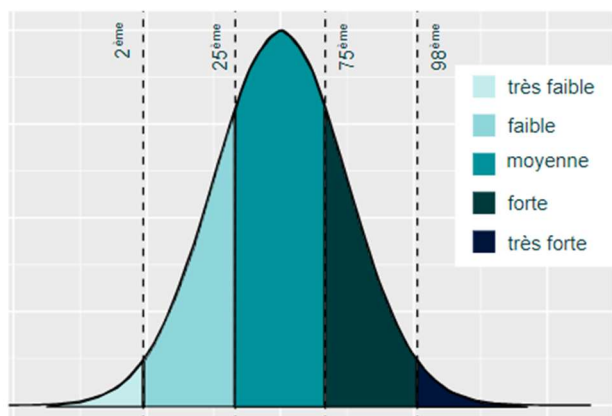


Figure 6 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude

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 SE KERNEBET. Elles ont été acquises par les capteurs disposés sur l'éolienne K4 et K2 du parc éolien de Kernebet. La vitesse de vent et la température sont mesurées à 70 m de haut. Les données sont enregistrées toutes les 10 minutes.

Des données météorologiques sont absentes sur quelques plages horaires où de l'activité de chauves-souris est enregistrée :

Pour l'éolienne K4 :

- Le 8 mars de 17h19 à 17h41 (3 contacts de chauves-souris) ;
- Le 10 mars à 19h18 (2 contacts de chauves-souris) ;
- Le 26 mars à 20h24 (1 contact) ;
- Le 27 mars de 19h22 à 19h23 (2 contacts).

Pour l'éolienne K2 :

- Le 10 mars de 19h19 à 19h54 (6 contacts de chauve-souris) ;
- Le 19 mars à 0h18 et 4h59 (2 contacts) ;
- Le 25 mars à 19h06 (1 contact) ;
- Le 27 mars de 19h33 à 19h56 (3 contacts).

L'absence de données sur ces périodes ne remet pas en cause l'analyse des données.

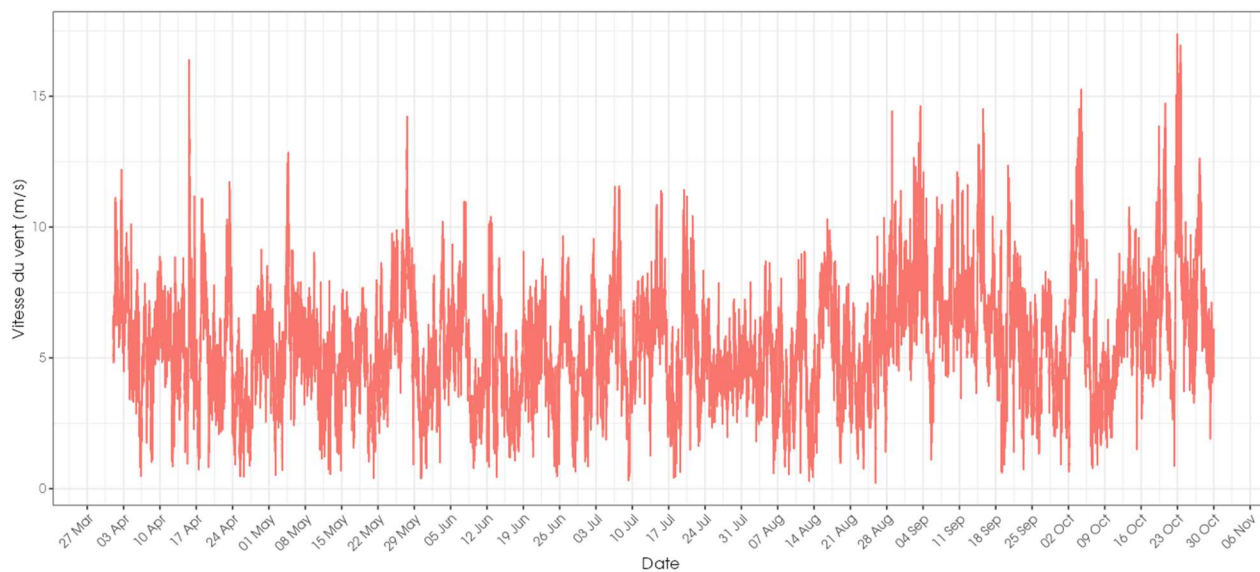


Figure 7. Schéma temporel de la vitesse du vent à 70 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne K4 du parc de Kernebet, entre mars et août 2025

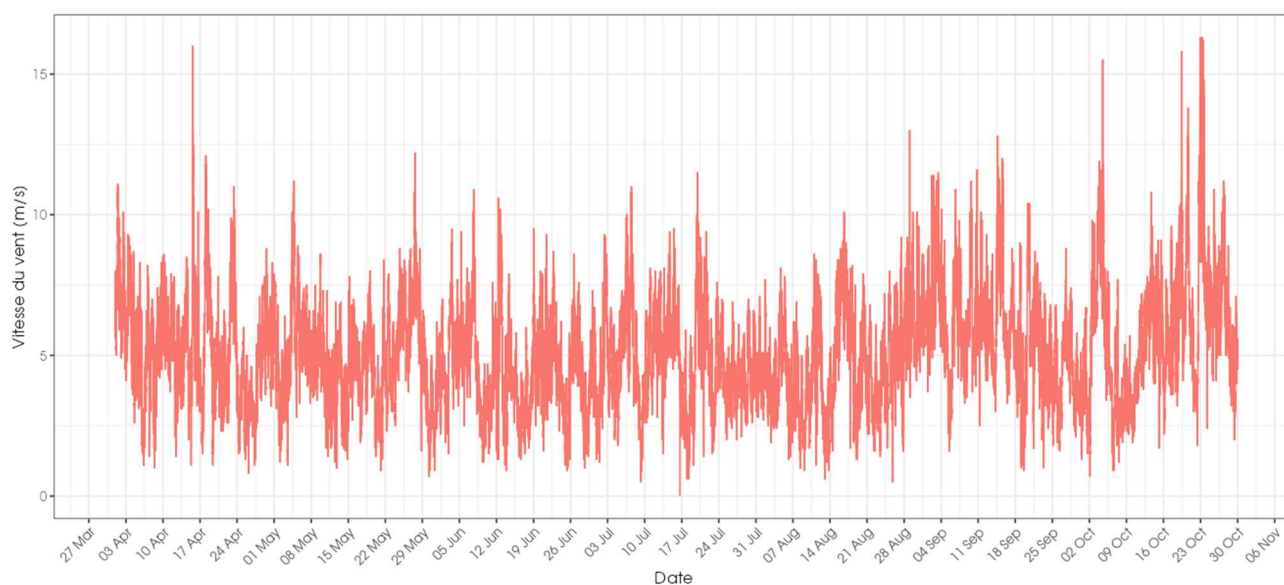


Figure 8. Schéma temporel de la vitesse du vent à 70 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne K2 du parc de Kernebet, entre mars et août 2025

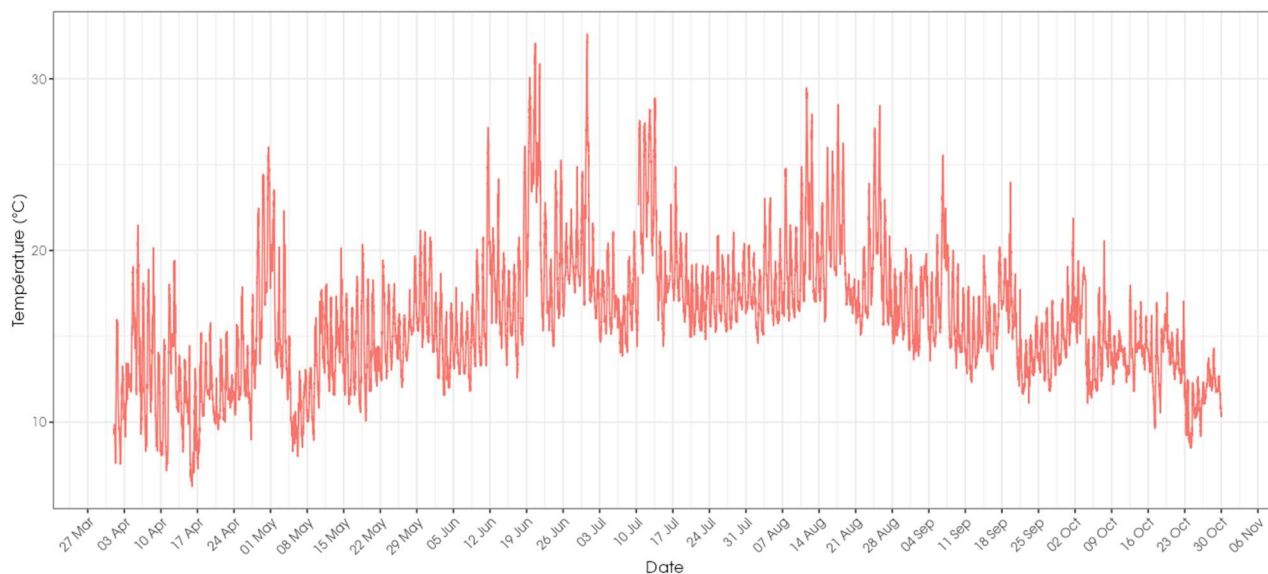


Figure 9. Schéma temporel de la température à 70 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne K4 du parc de Kernebet, entre mars et août 2025

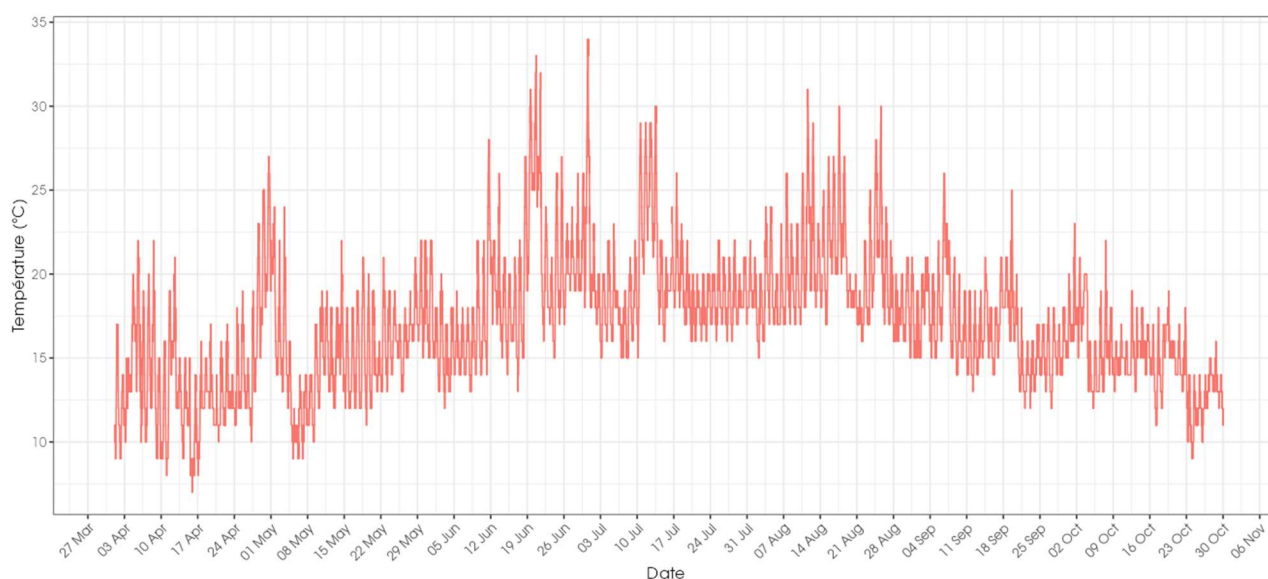


Figure 10. Schéma temporel de la température à 70 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne K2 du parc de Kernebet, entre mars et août 2025

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 70 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 5.

Ainsi 29 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 8 avril au 21 octobre 2025.

Tableau 5 : Prospections de terrain et informations météorologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Suivi de mortalité (29 passages)		
1	08/04/25	Vent moyen : 15 km/h ; Température moyenne : 13°C ; Nébulosité : 0%
2	15/04/25	Vent moyen : 33 km/h ; Température moyenne : 10,2°C ; Nébulosité : 99%
3	23/04/25	Vent moyen : 26 km/h ; Température moyenne : 12°C ; Nébulosité : 98%
4	28/04/25	Vent moyen : 13,4 km/h ; Température moyenne : 16,9°C ; Nébulosité : 0%
5	07/05/25	Vent moyen : 13 km/h ; Température moyenne : 11,7°C ; Nébulosité : 95%
6	13/05/25	Vent moyen : 12,8 km/h ; Température moyenne : 15°C ; Nébulosité : 95%
7	20/05/25	Vent moyen : 7,6 km/h ; Température moyenne : 14,5°C ; Nébulosité : 75%
8	27/05/25	Vent moyen : 26,8 km/h ; Température moyenne : 16,2°C ; Nébulosité : 98%
9	03/06/25	Vent moyen : 20,3 km/h ; Température moyenne : 14,6°C ; Nébulosité : 98%
10	10/06/25	Vent moyen : 7,1 km/h ; Température moyenne : 15,8°C ; Nébulosité : 94%
11	17/06/25	Vent moyen : 8 km/h ; Température moyenne : 17,4°C ; Nébulosité : 98%
12	24/06/25	Vent moyen : 11,4 km/h ; Température moyenne : 19,8°C ; Nébulosité : 0%
13	01/07/25	Vent moyen : 10,6 km/h ; Température moyenne : 18,8°C ; Nébulosité : 101%
14	08/07/25	Vent moyen : 10,9 km/h ; Température moyenne : 17,7°C ; Nébulosité : 91%
15	15/07/25	Vent moyen : 23,7 km/h ; Température moyenne : 18°C ; Nébulosité : 94%
16	22/07/25	Vent moyen : 16,1 km/h ; Température moyenne : 17,4°C ; Nébulosité : 100%
17	29/07/25	Vent moyen : 16,4 km/h ; Température moyenne : 17,7°C ; Nébulosité : 100%
18	05/08/25	Vent moyen : 17,6 km/h ; Température moyenne : 17,8°C ; Nébulosité : 81%
19	12/08/25	Vent moyen : 15,4 km/h ; Température moyenne : 21,7°C ; Nébulosité : 100%
20	19/08/25	Vent moyen : 7,6 km/h ; Température moyenne : 18,4°C ; Nébulosité : 100%
21	26/08/25	Vent moyen : 12,5 km/h ; Température moyenne : 19,5°C ; Nébulosité : 90%
22	02/09/25	Vent moyen : 19,6 km/h ; Température moyenne : 17,7°C ; Nébulosité : 90%
23	09/09/25	Vent moyen : 16,8 km/h ; Température moyenne : 16,4°C ; Nébulosité : 96%
24	16/09/25	Vent moyen : 13,6 km/h ; Température moyenne : 15,9°C ; Nébulosité : 96%
25	23/09/25	Vent moyen : 10,8 km/h ; Température moyenne : 14,1°C ; Nébulosité : 75%
26	03/10/25	Vent moyen : 19,7 km/h ; Température moyenne : 18,3°C ; Nébulosité : 98%
27	07/10/25	Vent moyen : 7,9 km/h ; Température moyenne : 15,7°C ; Nébulosité : 0%
28	14/10/25	Vent moyen : 18,3 km/h ; Température moyenne : 15,7°C ; Nébulosité : 95%

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
29	21/10/25	Vent moyen : 21,3 km/h ; Température moyenne : 14°C ; Nébulosité : 96%
Tests de prédation (2 tests)		
Test 1	2 juin 2025	Dépôt de 40 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+11, j+14)
Test 2	21 juillet 2025	Dépôt de 40 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+15)
Tests d'efficacité de recherche (2 tests)		
Test 1	27 mai 2025	Dépôt de 105 leurres
Test 2	26 août 2025	Dépôt de 105 leurres
Suivi de l'activité des chiroptères		
Enregistrements en continu depuis les éoliennes K2 et K4, avec deux microphones placés au niveau des nacelles à 70 m de hauteur, du 8 mars au 31 octobre 2025, soit pendant 8 mois.		
Période d'interruption pour K4 :		
• Du 10 au 26 mars ; • Du 27 mars au 4 avril ; • Du 1^{er} au 28 mai ; • Du 31 mai au 1^{er} juillet ; • Du 27 août au 4 septembre ; • Du 6 au 18 septembre.		
Période d'interruption pour K2 :		
• Du 10 au 18 mars ; • Du 30 mai au 10 juillet ; • Du 2 au 31 octobre.		

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 ». 80 cadavres de jeunes rats (fraîchement décongelés, catégories « Petit rats 25 – 50g ») ont été disposés de manière aléatoire (localisations générées seulement une fois par SIG puis réutilisées pour chaque test) sur l'ensemble des zones de prospections (tampon de 50 m autour des éoliennes). Les visites de contrôle ont été menées lors de différents jours (J+1, J+2, J+4, J+7, J+11 J+14) pour le premier test et (J+1, J+2, J+4, J+7, J+10, J+15) pour le deuxième, 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 105 leurres disposés par test, Tableau 6). La pose est réalisée tôt le matin avant le lancement du suivi. Des leurres non organiques ont été déployés (pas de risques de disparition par les prédateurs). La position de chaque lure est enregistrée au GPS. Le test se déroule pendant la réalisation du suivi de mortalité par l'observateur selon le protocole habituel des transects circulaires. L'observateur a noté et localisé les leurres retrouvés et l'opérateur en charge du test, contrôle à la fin du suivi de mortalité, le nombre de leurres découverts par catégorie d'occupation du sol testée.



Figure 11 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope

Tableau 6 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 2 tests).

	K2	K4	K4	K6	Parc ensemble
	Occupations du sol				
Chaume/Déchaume	0	14	1	0	15
Chemin	0	0	30	30	60
Friche	0	0	30	0	30
Plateforme	20	8	11	6	45
PM	30	0	15	0	45
Semis	0	0	2	13	15
	Hauteurs de végétation				
0	20	14	30	0	64
5	0	8	11	6	25
10	30	0	1	43	74
15	0	0	2	0	2
25	0	0	15	0	15
30	0	0	15	0	15
45	0	0	15	0	15
	Dates de tests				
27/05/2025	30	5	38	32	105
02/09/2025	20	17	51	17	105
Total	50	22	89	49	210

1.2.3.3 Limites propres à la mise en œuvre du suivi

La capacité de détection des cadavres est variable entre observateurs (Ponce et al., 2010 ; Labrosse, 2009). C'est pour cette raison que la majeure partie du suivi a été réalisée par la même personne (qui a été testée) et que son remplacement par une tierce personne n'a été que ponctuel durant le suivi (5 / 29 passages réalisés).

Il est également important de noter qu'elle est aussi variable en fonction de la hauteur de végétation et du type d'occupation du sol (Borner et al., 2017). Dans le but d'obtenir des données exploitables, la mise en place des tests s'est fait de manière à pouvoir bénéficier d'un maximum de cas de figure rencontrés par l'opérateur en charge du suivi. Au total, avec les deux tests réalisés, ce sont 6 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 6 hauteurs différentes de végétation.

1.2.4 Équipe de travail

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

Tableau 7 : Équipe de travail

Domaines d'intervention	Intervenants	Qualité et qualification
Coordination et rédaction de l'étude Expertise des chiroptères en hauteur Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (2 sessions)	Lucie BOMAL	Cheffe de projet – Écologue Chiroptérologue Master Biodiversité Écologie et Évolution option « Gestion de l'environnement »
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (22 sessions)	Dara GARREC	Naturaliste de terrain -Technicienne mortalité Master Gestion et Conservation de la Biodiversité
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (4 sessions)	Clément GAUCHOT	Chargé d'études fauniste – ornithologue Master Biologie Marine « Écosystèmes marins »
Suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (1 session)	Marie GUILBERT	Cheffe de projet Écologue Master Biodiversité Écologie et Évolution option « Gestion et Conservation de la Biodiversité » Directeur/trice d'étude
Contrôle Qualité	Marine RIU	Cheffe de projets écologue – Chiroptérologue 13 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, 9 espèces de chiroptères et 2 groupes d'espèces sont présents ou considérés comme tels au niveau du parc éolien de Kernebet :

- 9 espèces contactées lors des inventaires de terrain (Cf. Annexe IV)
Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) ;
Noctule commune (*Nyctalus noctula*) ;
Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) ;
Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ;
Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ;
Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) ;
Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) ;
Murin de Natterer (*Myotis nattereri*) ;
Oreillard roux (*Plecotus auritus*) ;
- 2 groupes d'espèces correspondant aux contacts de chiroptères n'ayant pas pu être déterminés jusqu'à l'espèce par la méthode acoustique :
Groupes des « sérotules » (*Eptesicus serotinus* / *Nyctalus sp.*) ;
Groupe des petits murins (*Myotis sp.*) ;

En 2025, neuf espèces de chauves-souris ont été contactées au niveau des éoliennes K2 et K4, à hauteur de nacelle, représentant 40,90 % des 22 espèces présentes dans la région Bretagne. Sur ces neuf espèces, huit espèces et 2 groupes d'espèces ont été observées au niveau de l'éolienne K2, tandis que sept espèces et deux groupes d'espèce ont été contactées au niveau de l'éolienne K4.

La richesse spécifique contactée lors de l'étude en hauteur (9 espèces) est jugée moyenne. Néanmoins, il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en hauteur.

Tableau 8 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc de Kernebet en, 2025.

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux		
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>	An. II An. IV	Art.2	LC	NT	DZ
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	An. IV	Art.2	NT	NT	DZ
Noctule commune <i>Nyctalus noctua</i>	An.IV	Art.2	VU	NT	DZ
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	An. IV	Art. 2	NT	LC	-
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	An. IV	Art. 2	LC	LC	-
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	An. IV	Art. 2	NT	NT	-
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	An. IV	Art. 2	NT	LC	-
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i>	An. IV	Art. 2	LC	NT	-
Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>	An. IV	Art. 2	LC	LC	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 (Bretagne Environnement, 2015) : 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 (OEB, 2021) : DZ : espèce déterminante ; DZsc : espèce déterminante sous conditions ; DZc : espèce complémentaire.

2.1.2 Abondance relative

2.1.2.1 Abondance relative des espèces contactées au niveau de K4

Au cours de la période d'enregistrement (142 nuits exploitables entre le 8 mars et le 31 octobre 2025), 25 792 contacts de 5 secondes ou 2 645 minutes (soit 44h10) 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 à hauteur de nacelle (70 m), pendant les 142 nuits d'écoute.

Tableau 9 : Nombre de contacts obtenus au niveau de K4 pour chaque espèce/groupe d'espèces à 70 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 (%)
Murin de Natterer	1	0,004%	1	0,04%
Noctule commune	1	0,004%	1	0,04%
Noctule de Leisler	11	0,043%	5	0,19%
Pipistrelle commune	23663	91,75%	2084	78,79%
Pipistrelle de Kuhl	54	0,21%	20	0,76%
Pipistrelle de Nathusius	144	0,56%	55	2,08%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius	1081	4,19%	206	7,79%
Sérotine commune	732	2,84%	192	7,26%
"Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées	105	0,41%	81	3,06%
Total	25792	100%	2645	100%

Sur l'ensemble de la période comprise entre mars et octobre 2025, l'analyse montre que :

- La **Pipistrelle commune** est l'**espèce la plus représentée en altitude** au niveau de K4, avec 78,8% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Cette espèce est typiquement fortement représentée en altitude ;
- La paire **Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Nathusius** est le premier groupe d'espèce le plus fréquent au niveau de K4 avec 10,6% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude.
- La **Sérotine commune** est la deuxième espèce la plus fréquente bien qu'elle fasse généralement partie des espèces les plus fréquentes en altitude. Elle représente 7,3% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude.
- Le groupe des « sérotines » (Sérotine commune et Noctules indéterminées) est fréquente à hauteur de 3% des « minutes positives » enregistrées en altitude.
- La **Pipistrelle de Nathusius** a pu être identifiée à quelques reprises sur 2% des « minutes positives ». Si on ajoute également le groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius, cette espèce peut représenter un peu moins de 10% des « minutes positives » enregistrées au niveau de K4.
- De même, la Pipistrelle de Kuhl a pu être identifiée sur 0,8% des « minutes positives » et si on ajoute le groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius, cette espèce peut représenter 8,5% des « minutes positives » enregistrées en altitude.
- La Noctule commune et la Noctule de Leisler sont peu fréquentes au niveau de K4 bien qu'elles fassent généralement parties des espèces les plus fréquentes en altitude. Ces noctules représentent seulement 0,04% et 0,2% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude.
- Le Murin de Natterer a également pu être identifié sur 0,04% des « minutes positives » en altitude.

En 2025, le suivi a permis de comptabiliser, au niveau de K4, 2 645 minutes positives au cours des 142 nuits de suivi effectives de mars à octobre. Ainsi, par nuit cela représente en **moyenne 18,6 minutes positives**.

2.1.2.2 Abondance relative des espèces contactées au niveau de K2

Au cours de la période d'enregistrement (158 nuits exploitables entre le 8 mars et le 31 octobre 2025), 12 561 contacts de 5 secondes ou 1 689 minutes (soit 28h15) 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 à hauteur de nacelle (70 m), pendant les 158 nuits d'écoute.

Tableau 10 : Nombre de contacts obtenus au niveau de K2 pour chaque espèce/groupe d'espèces à 70 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 (%)
Barbastelle d'Europe	26	0,21%	4	0,24%
Groupe des petits murins (Myotis sp.)	1	0,01%	1	0,06%
Noctule commune	9	0,07%	1	0,06%
Noctule de Leisler	2	0,02%	2	0,12%
Oreillard roux	52	0,41%	8	0,47%
Pipistrelle commune	10104	80,44%	1150	68,09%
Pipistrelle de Kuhl	200	1,59%	41	2,43%
Pipistrelle de Nathusius	59	0,47%	22	1,30%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius	1404	11,18%	246	14,56%
Sérotine commune	646	5,14%	176	10,42%
"Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées	58	0,46%	38	2,25%
Total	12561	100%	1689	100%

Sur l'ensemble de la période comprise entre mars et octobre 2025, l'analyse montre que :

- La **Pipistrelle commune** est l'**espèce la plus représentée en altitude** au niveau de K2, avec 68% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Cette espèce est typiquement fortement représentée en altitude ;
- La paire **Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Nathusius** est le premier groupe d'espèce le plus fréquent au niveau de K2 avec 18,29% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude.
- La **Sérotine commune** est la deuxième espèce la plus fréquente bien qu'elle fasse généralement partie des espèces les plus fréquentes en altitude. Elle représente 10,4% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude.
- La **Pipistrelle de Kuhl** a pu être identifiée à quelques reprises sur 2,4% des « minutes positives ». Si on ajoute également le groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius, cette espèce peut représenter 17,0% des « minutes positives » enregistrées au niveau de K2.
- De même, la Pipistrelle de Nathusius a pu être identifiée sur 1,3% des « minutes positives » et si on ajoute le groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius, cette espèce peut représenter 15,9% des « minutes positives » enregistrées en altitude.
- Le groupe des « sérotines » (Sérotine commune et Noctules indéterminées) est fréquente à hauteur de 2,25% des « minutes positives » enregistrées en altitude.
- La Noctule commune et la Noctule de Leisler sont peu fréquentes au niveau de K2 bien qu'elles fassent généralement parties des espèces les plus fréquentes en altitude. Ces noctules représentent seulement 0,1% et 0,12% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude.
- Deux autres espèces et un groupe d'espèce ont également pu être identifiés :
 - L'Oreillard roux sur 0,47% des « minutes positives » en altitude ;
 - La Barbastelle d'Europe sur 0,24% des « minutes positives » en altitude ;
 - Le groupe des petits murins sur 0,06% des « minutes positives » en altitude.

En 2025, le suivi a permis de comptabiliser 1 689 minutes positives au cours des 158 nuits de suivi effectives entre mars et octobre. Ainsi, par nuit cela représente en **moyenne 10,7 minutes positives**.

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).

2.1.3.1 Evaluation de l'activité en hauteur au niveau de K4

2.1.3.1.1. Activité en période printanière (mars à mai)

Tableau 11 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K4 en période printanière

Espèces	Nombre de nuits	Occurrence par nuit	Activité moyenne quand présence ou absence	Activité moyenne quand présence uniquement	Niveau d'activité au printemps quand présence ou absence	Niveau d'activité au printemps quand présence uniquement
Noctule de Leisler	33	3,03%	0,03	1	Activité forte	Activité très faible
Pipistrelle commune	33	30,30%	1	3,3	Activité forte	Activité faible
Pipistrelle de Kuhl	33	6,06%	0,06	1	Activité forte	Activité très faible
Pipistrelle de Nathusius	33	6,06%	0,06	1	Activité forte	Activité très faible
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	33	21,21%	0,36	1,71	Activité forte	Activité très faible
Sérotine commune	33	24,24%	0,45	1,88	Activité très forte	Activité très forte
Groupe des «sérotules»	33	9,09%	0,09	1	Activité moyenne	Activité très faible
Toutes espèces	33	42%	1,76	4,14	Activité forte	Activité faible

Légende :

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

Sur l'ensemble de la période suivie, une espèce montre une activité très forte. Il s'agit de la Sérotine commune. L'ensemble des autres espèces ou groupes d'espèces montrent une activité moyenne à forte.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 42 % des nuits, avec une activité forte.

2.1.3.1.2. Activité en période estivale (juillet à août)

Tableau 12 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K4 en période estivale

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
Pipistrelle commune	57	56,14%	5,07	9,03	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle de Kuhl	57	12,28%	0,28	2,29	Activité très forte	Activité moyenne
Pipistrelle de Nathusius	57	10,53%	0,28	2,67	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	57	31,58%	1,84	5,83	Activité très forte	Activité très forte
Sérotine commune	57	61,40%	3,09	5,03	Activité très forte	Activité très forte
Groupe des «sérotules»	57	45,61%	1,28	2,81	Activité très forte	Activité faible
Toutes espèces	57	74%	9,11	12,36	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

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

Sur l'ensemble de la période suivi, toutes les espèces montrent une activité très forte. Il s'agit de la Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius, Sérotine commune, la paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius et le groupe des sérotules (Sérotine commune et Noctule indéterminée).

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

2.1.3.1.3. Activité en période automnale (septembre à octobre)

Tableau 13 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K4 en période automnale

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
Murin de Natterer	46	2,17%	0,02	1	Non applicable	Non applicable
Noctule commune	46	2,17%	0,02	1	Activité faible	Activité très faible
Noctule de Leisler	46	8,70%	0,09	67,38	Activité moyenne	Activité très forte
Pipistrelle commune	46	56,52%	38,09	2	Activité très forte	Activité faible
Pipistrelle de Kuhl	46	2,17%	0,04	7,2	Activité forte	Activité très forte
Pipistrelle de Nathusius	46	10,87%	0,78	7,82	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	46	23,91%	1,87	1	Activité très forte	Activité très faible
Sérotine commune	46	2,17%	0,02	1,25	Activité moyenne	Activité très faible
Groupe des «sérotules»	46	8,70%	0,11	1	Activité faible	Activité très faible
Toutes espèces	46	59%	39,15	66,7	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

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

Sur l'ensemble de la période suivie, deux espèces et un groupe d'espèce montrent une activité très forte. Il s'agit de la Pipistrelle commune, Pipistrelle de Nathusius et la paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius. L'ensemble des autres espèces ou groupes d'espèces montrent une activité moyenne à faible. Il est à noter que la comparaison avec le référentiel d'activité pour le Murin de Natterer n'a pas été réalisée. Cette espèce est peu souvent identifiée jusqu'à l'espèce et du coup très peu présente à ce jour dans le référentiel d'activité. Les niveaux d'activité obtenus ne sont pas représentatifs, actuellement un seul contact de l'espèce engendre un niveau d'activité « très forte ».

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 59 % des nuits, avec une activité très forte.

2.1.3.2 Evaluation de l'activité en hauteur au niveau de K2

2.1.3.2.1. Activité en période printanière (mars à mai)

Tableau 14 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K2 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
Oreillard roux	75	1,33%	0,01		Non applicable	Non applicable
Pipistrelle commune	75	33,33%	1,79	5,36	Activité très forte	Activité faible
Pipistrelle de Kuhl	75	2,67%	0,03	1	Activité moyenne	Activité très faible
Pipistrelle de Nathusius	75	14,67%	0,2	1,36	Activité très forte	Activité faible
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	75	14,67%	0,49	3,36	Activité forte	Activité moyenne
Sérotine commune	75	20,00%	0,29	1,47	Activité très forte	Activité très forte
Groupe des « sérotules »	75	4,00%	0,04	1	Activité faible	Activité très faible
Toutes espèces	75	43%	5,61	5,97	Activité forte	Activité très faible

Légende :

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

Sur l'ensemble de la période suivi, trois espèces montrent une activité très forte. Il s'agit de la Pipistrelle commune, de la Pipistrelle de Nathusius et de la Sérotine commune. La paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius montre une activité forte. L'ensemble des autres espèces ou groupes d'espèces montrent une activité moyenne à faible. Il est à noter que la comparaison avec le référentiel d'activité pour l'Oreillard roux n'a pas été réalisée. Cette espèce est très peu présente à ce jour dans le référentiel d'activité. Les niveaux d'activité obtenus ne sont pas représentatifs, actuellement six contacts de l'espèce engendrent un niveau d'activité « très forte ».

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 43 % des nuits, avec une activité forte.

2.1.3.2.2. Activité en période estivale (juin à août)

Tableau 15 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K2 en période estivale

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
Oreillard roux	53	1,33%	0,13		Non applicable	Non applicable
Pipistrelle commune	53	7,55%	5,3	9,37	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle de Kuhl	53	56,60%	0,36	2,11	Activité forte	Activité faible
Pipistrelle de Nathusius	53	16,98%	0,04	1	Activité moyenne	Activité très faible
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	53	3,77%	2,89	7,65	Activité très forte	Activité très forte
Sérotine commune	53	37,74%	2,91	4,4	Activité très forte	Activité très forte
Groupe des « sérotules »	53	66,04%	0,4	1,31	Activité moyenne	Activité très faible
Toutes espèces	53	77%	9,75	12,61	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

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

Sur l'ensemble de la période suivie, trois espèces montrent une activité très forte. Il s'agit de la Pipistrelle commune, de la paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius et de la Sérotine commune. La Pipistrelle de Kuhl montre une activité forte. L'ensemble des autres espèces ou groupes d'espèces montrent une activité moyenne. Il est à noter que la comparaison avec le référentiel d'activité pour l'Oreillard roux n'a pas été réalisée. Cette espèce est très peu présente à ce jour dans le référentiel d'activité. Les niveaux d'activité obtenus ne sont pas représentatifs, actuellement quarante-six contacts de l'espèce engendrent un niveau d'activité « très forte ».

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 77 % des nuits, avec une activité très forte.

2.1.3.2.3. Activité en période automnale (septembre à octobre)

Tableau 16 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K2 en période automnale

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
Barbastelle d'Europe	31	6,45%	0,13	2	Activité très forte	Activité très forte
Groupe des petits murins	31	3,23%	0,03	1	Activité forte	Activité très faible
Noctule commune	31	3,23%	0,03	1	Activité faible	Activité très faible
Noctule de Leisler	31	6,45%	0,06	1	Activité moyenne	Activité très faible
Pipistrelle commune	31	48,39%	23	47,53	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle de Kuhl	31	9,68%	0,65	6,67	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle de Nathusius	31	9,68%	0,16	1,67	Activité forte	Activité faible
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	31	16,13%	1,77	11	Activité très forte	Activité très forte
Groupe des « sérotules »	31	22,58%	0,45	2	Activité moyenne	Activité faible
Toutes espèces	31	58%	24,71	42,56	Activité très forte	Activité très forte

Légende :

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

Sur l'ensemble de la période suivi, quatre espèces montrent une activité très forte. Il s'agit de la Pipistrelle commune, de la paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius et de la Barbastelle d'Europe. Le groupe des petits murins (*Myotis sp.*) et la Pipistrelle de Nathusius montrent une activité forte. L'ensemble des autres espèces ou groupes d'espèces montrent une activité moyenne à faible.

Toutes espèces confondues, des chiroptères sont identifiés dans 58 % des nuits, avec une activité très forte.

2.1.4 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur

2.1.4.1 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur au niveau de l'éolienne K4

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

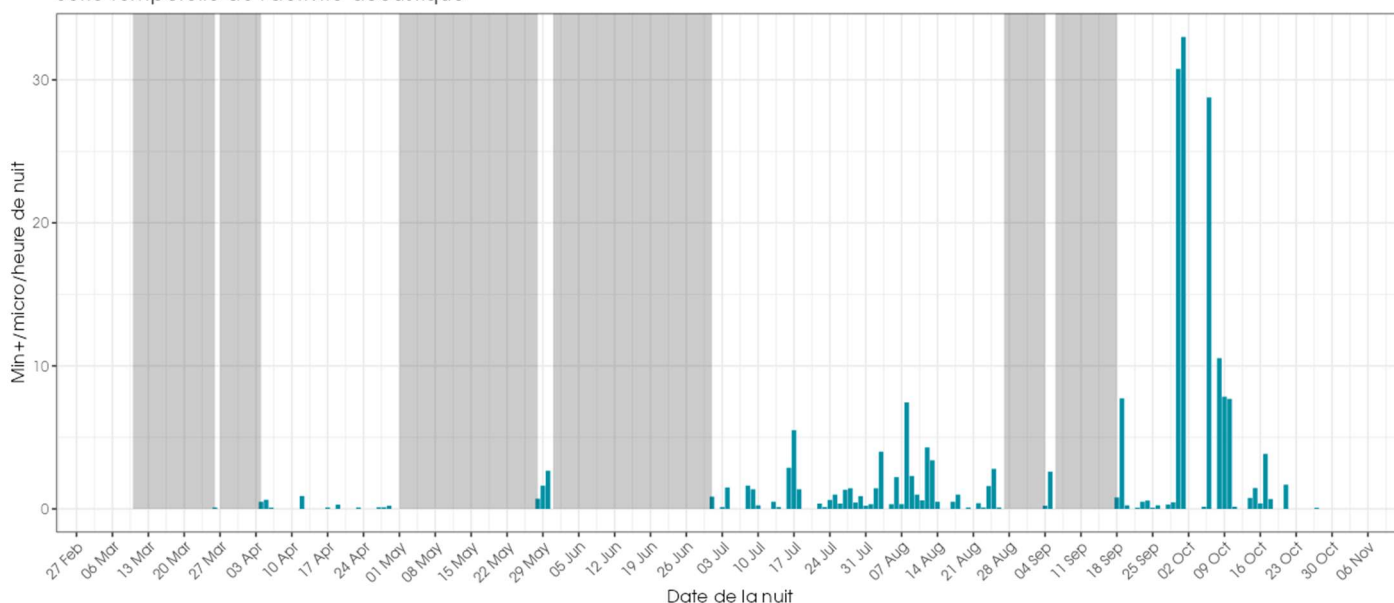


Figure 12 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (70 m) au niveau de l'éolienne K4 de mars à octobre 2025

L'activité enregistrée à 70 m au niveau de l'éolienne K4 du parc de Kernebet montre d'importante variation de l'activité des chauves-souris. Les chauves-souris n'ont pas été contactées en altitude sur ce site durant les mois de mars, de mai et de juin suite à une interruption du SMART. Les pics d'activité les plus importants ont été observés durant la période automnale, soit au cours des mois de septembre et d'octobre.

2.1.4.1.1. Activité mensuelle

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

L'activité est faible en mars et en avril puis augmente en mai. L'activité au mois de juillet est plus faible que celle de mai mais celle-ci augmente progressivement jusqu'au mois d'octobre. Le mois d'octobre est celui enregistrant l'activité la plus forte, suivi de septembre.

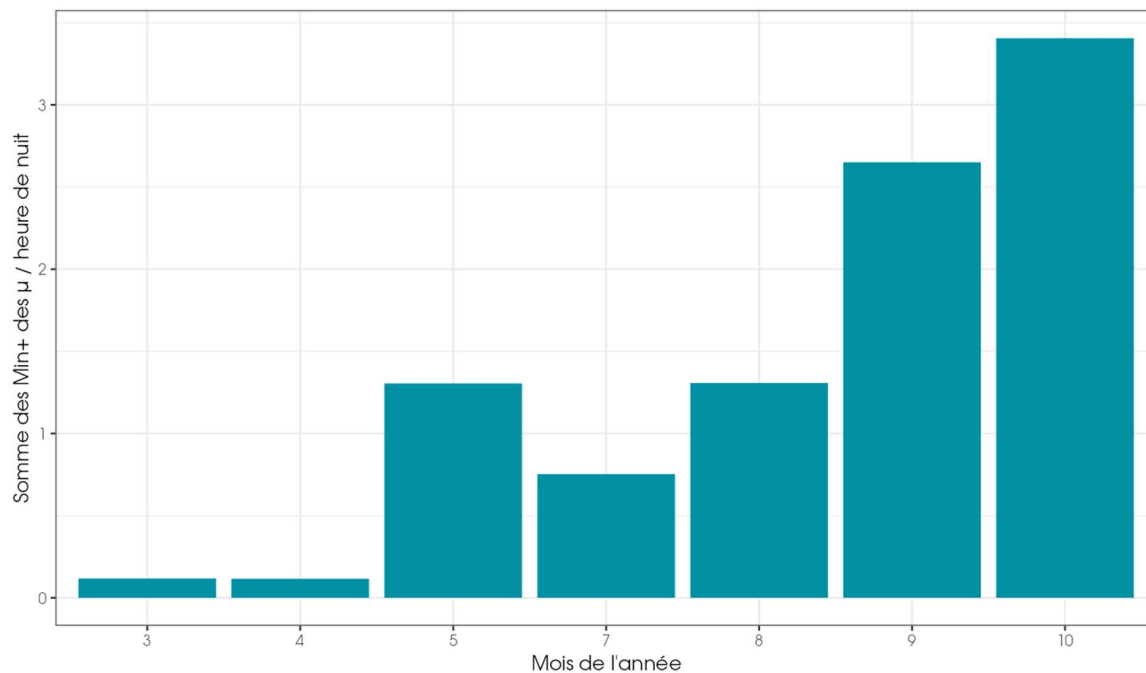


Figure 13 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (70 m) au niveau de l'éolienne K4 de mars à octobre 2025

■ **Pipistrelle commune**

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente 78,8 % du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de forte à très forte entre le printemps et l'automne.

L'activité de la Pipistrelle commune augmente progressivement entre les mois de juillet et d'octobre. L'activité au mois de mai observe une très forte hausse avant de diminuer en juillet.

Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en mai et en juin.

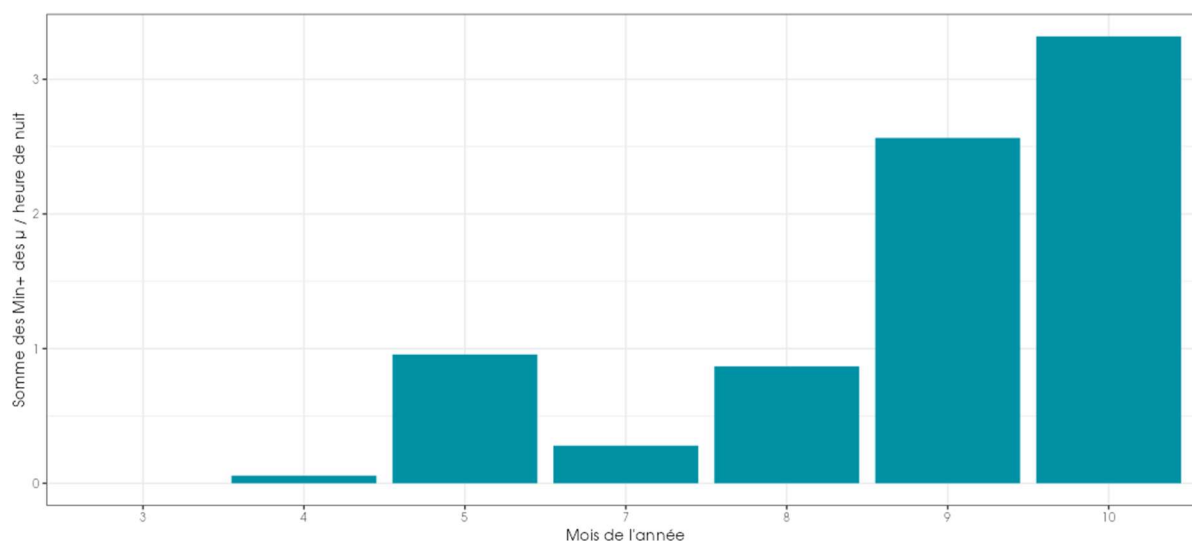


Figure 14 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne K4 en 2025.

■ **Groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius**

Pour rappel, la paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius représente 10,6 % du total des « minutes positives » enregistrées. Parmi celles-ci :

- 7,8 % correspondent à des contacts indéterminés, dont l'activité de forte à très forte entre le printemps et l'automne
- La Pipistrelle de Nathusius a été identifiée avec certitude dans 2 % des « minutes positives » et présente une activité passant de forte à très forte entre le printemps et l'automne.
- La Pipistrelle de Kuhl, identifiée avec certitude dans 0,8 % des « minutes positives », possède une activité forte au printemps et automne et une activité très forte en été.

L'activité de la paire Pipistrelle de Kuhl / Nathusius (ensemble des trois couleurs), est plus forte en août et elle est plus faible en avril. Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en mai et en juin.

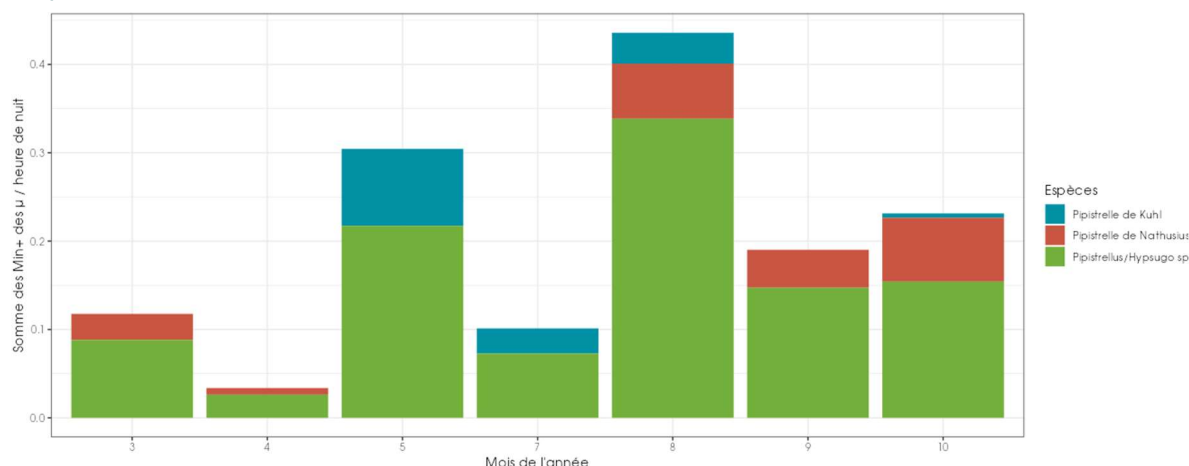


Figure 15 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la paire Pipistrelle de Kuhl / Nathusius, en altitude sur l'éolienne K4 en 2025.

■ Groupe Sérotine commune / Noctule de Leisler / Noctule commune

Pour rappel, le groupe des Sérotine commune et des noctules indéterminées (appelé « sérotules ») représente 10,55 % du total des « minutes positives » enregistrées. Parmi celles-ci :

- 3,1 % correspondent à des contacts indéterminés, dont l'activité évolue d'un niveau moyen à très fort entre le printemps et l'été, puis devient faible en automne.
- La Sérotine commune, identifiée avec certitude dans 7,3 % des « minutes positives », montre une activité passant de très forte au printemps à moyenne en automne.
- La Noctule de Leisler, identifiée avec certitude dans 0,19 % des « minutes positives », présente une activité très forte au printemps et moyenne en automne.
- Enfin, la Noctule commune, identifiée avec certitude dans 0,04 % des « minutes positives », possède une activité faible en automne.

L'activité du groupe des Sérotine commune et noctules indéterminées (sérotules) (ensemble des trois couleurs), augmente progressivement jusqu'au mois de juillet avant de diminuer légèrement en août puis drastiquement en septembre et octobre.

Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en mai et en juin.

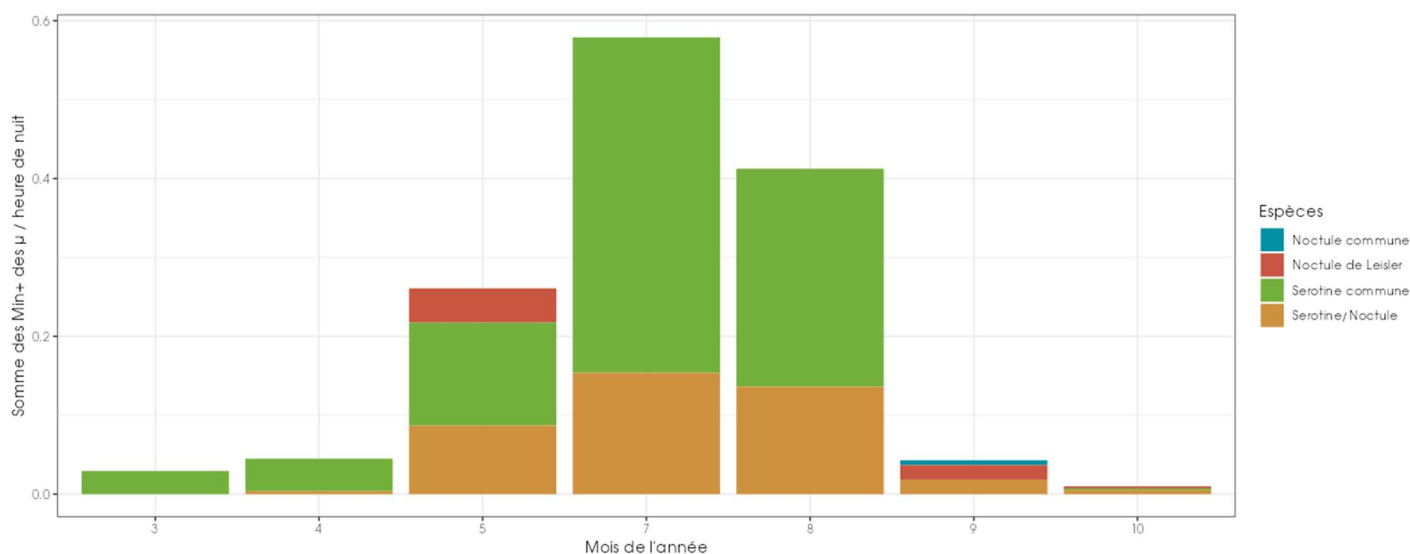


Figure 16 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe des « sérotules », en altitude sur l'éolienne K4 en 2025.

■ Murin de Natterer (peu sensibles à la collision)

Pour rappel, le Murin de Natterer représente 0,04 % du total des minutes positives obtenues et a été contacté seulement en septembre. Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en mai et en juin.

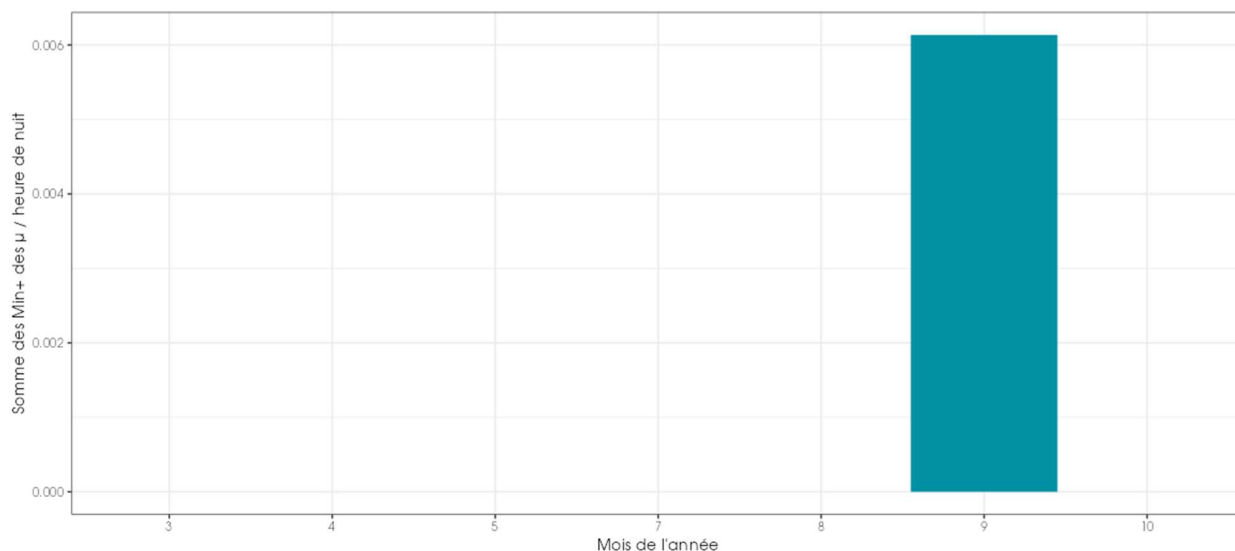


Figure 17 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le Murin de Natterer, en altitude sur l'éolienne K4 en 2025.

2.1.4.1.2. 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 durant les deux premières heures diminue progressivement, avec deux légers regains observés vers la 6^e heure et la 11^e heure.

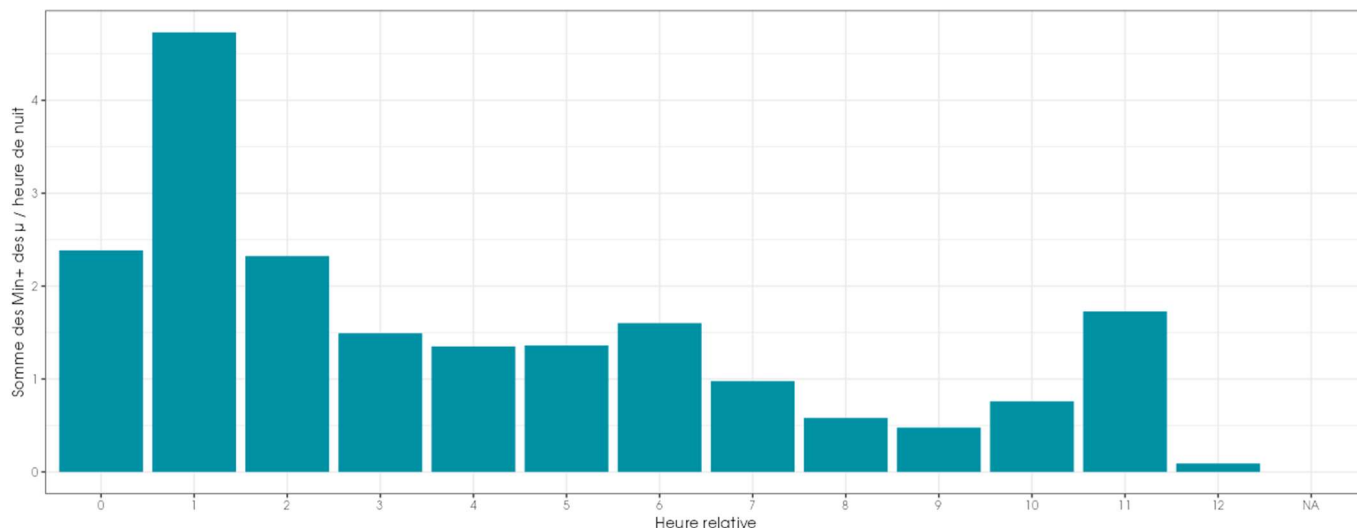
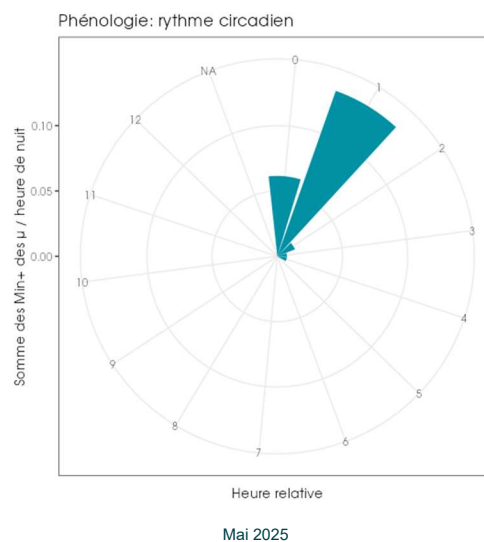
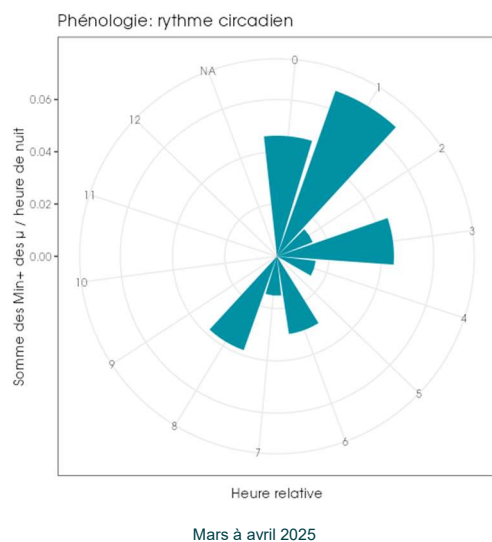


Figure 18 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, au niveau de K4 en altitude (70 m), toutes espèces confondues, de mars à octobre 2025

On observe globalement le même rythme d'activité si on regarde l'activité horaire en fonction des périodes de l'année (printemps, été et d'automne). Les activités horaires sur ces périodes et sur les mois présentant une activité des chauves-souris sont présentées sur les diagrammes suivants (cf. Figure 19).

On peut voir que quelque soit le mois on observe un pic d'activité durant les premières heures de la nuit. L'activité diminue ensuite. On observe toutefois plus nettement que l'activité peut remonter voire être aussi importante en fin de nuit qu'en début de nuit à certaines périodes de l'année. Ceci est notamment visible au niveau du diagramme représentant l'activité horaire sur le mois d'octobre.



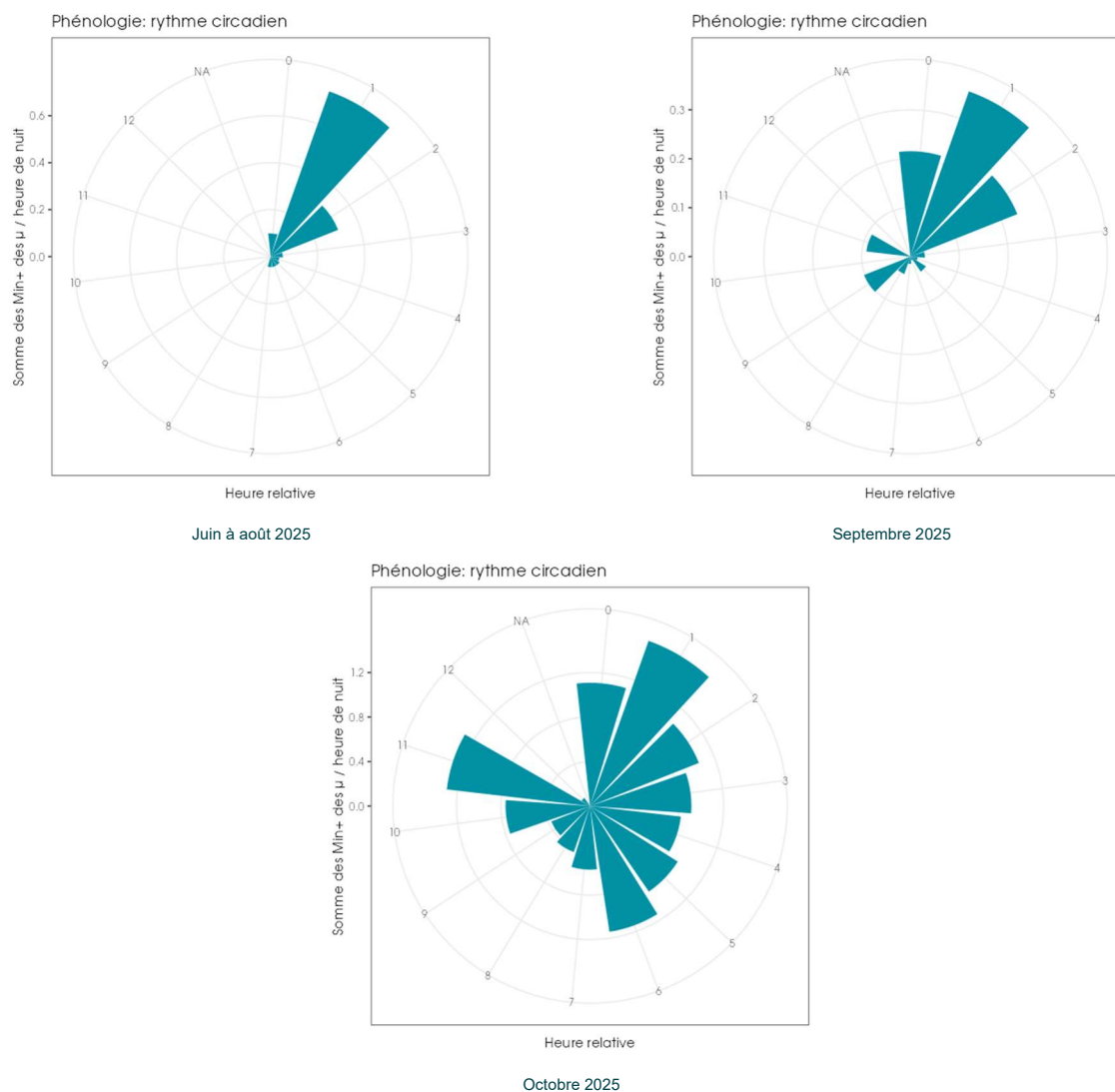


Figure 19 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, au niveau de K4 en altitude (70 m) et toutes espèces confondues

Le graphique suivant (actogramme) présente le détail de l'activité toutes espèces confondues. La zone en violet correspond à la nuit et les zones grises correspondent aux périodes de panne.

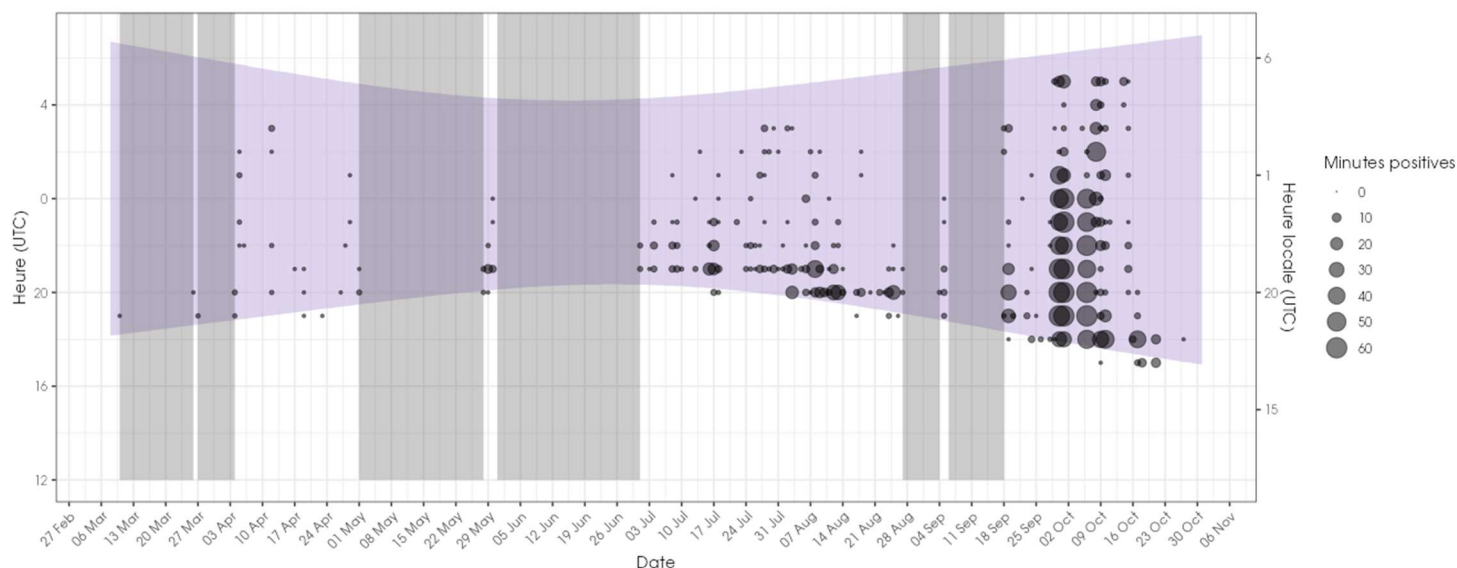


Figure 20 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, au niveau de K4 en altitude (70 m)

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.

Focus sur la Pipistrelle commune

L'actogramme suivant, prenant uniquement les contacts de Pipistrelle commune en compte, montre que l'espèce est très présente certaines nuits consécutives début octobre.

Cette récurrence et son activité tout au long de ces nuits, ainsi que la présence de plusieurs individus simultanément démontrent la présence d'un gîte en période de transit automnale à proximité de l'éolienne K4.

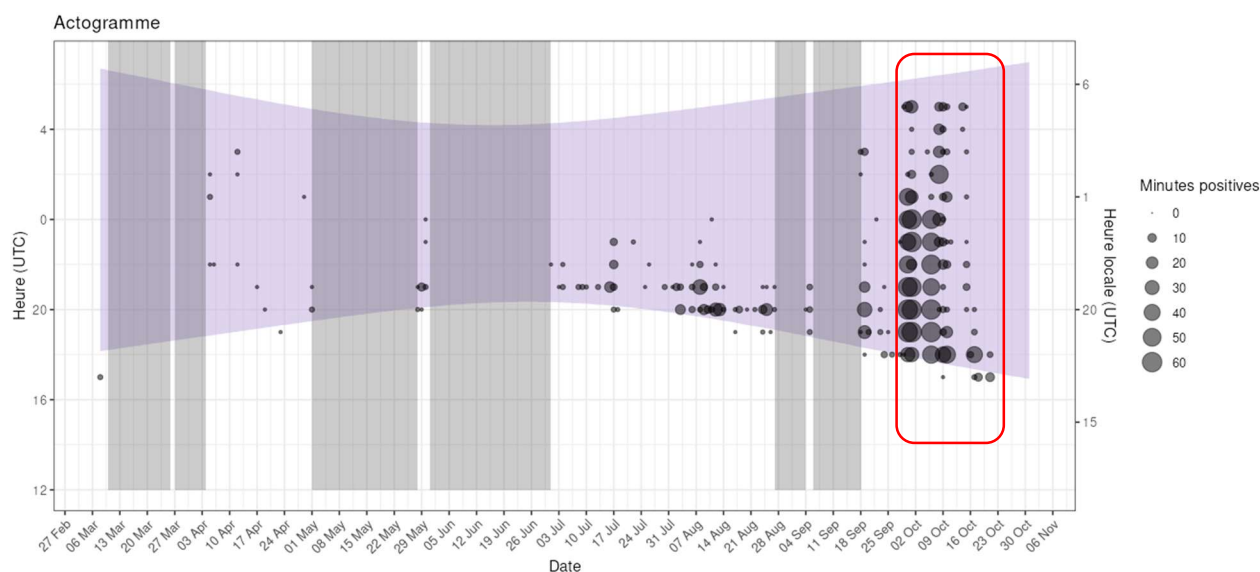


Figure 21 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, pour la Pipistrelle commune, au niveau de K4 en hauteur (70 m)

Focus sur la Pipistrelle de Nathusius

L'actogramme suivant, prenant uniquement les contacts de Pipistrelle de Nathusius en compte, montre que l'espèce est uniquement présente ponctuellement en mars, avril, août et octobre. En octobre, plusieurs individus sont comptabilisés simultanément cette nuit-là, et des cris sociaux de l'espèce sont identifiés.

Au regard de cette présence ponctuelle et intense, début octobre, il est possible d'affirmer qu'il s'agit d'un passage de migrants de Pipistrelle de Nathusius. Pour rappel, le pic de migration est généralement marqué la 3^{ème} semaine de septembre en Bretagne pour cette espèce.

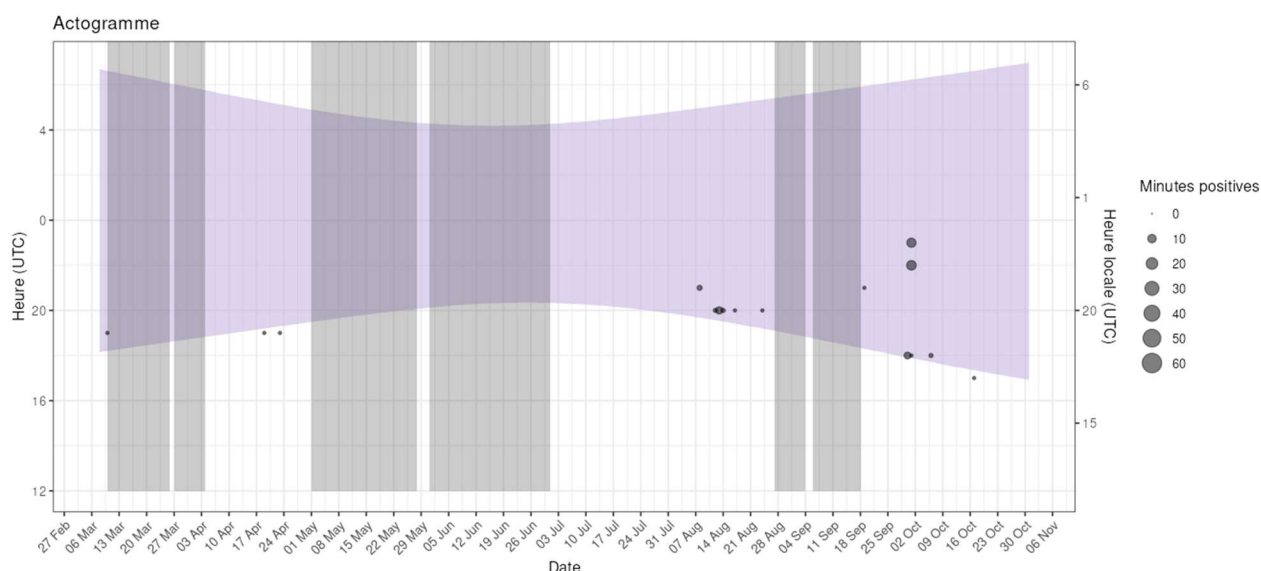


Figure 22 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, pour la Pipistrelle de Nathusius, au niveau de K4 en hauteur (70 m)



Figure 23 : Distribution et migration de la Pipistrelle de Nathusius (source : GMB, 2017)

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 au niveau de K4 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					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	2h40	5h32	6h47	7h44	9h36	11h39
Période printanière (avril à mai)	1h29	3h26	5h23	6h38	7h49	8h36
Période estivale (juin à août)	1h24	2h05	2h42	3h08	5h26	7h06
Période automnale (septembre à octobre)	3h49	6h18	7h30	8h39	10h28	11h46

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 7h44 qui suivent le coucher du soleil ;
- 75% de l'activité en altitude se concentre dans les 5h32 qui suivent le coucher du soleil ;
- 50 % de l'activité en altitude a été obtenue entre le coucher du soleil et environ 2h40 après celui-ci.

2.1.4.2 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en hauteur au niveau de l'éolienne K2

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

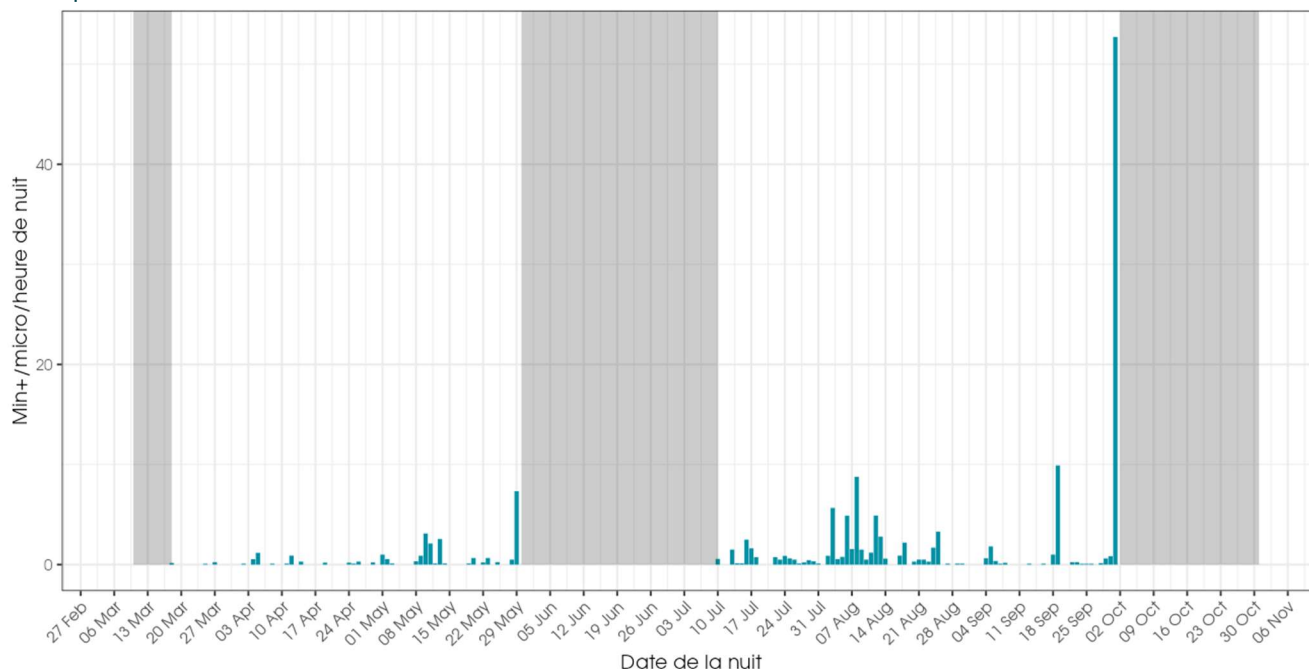


Figure 24 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (70 m) au niveau de l'éolienne K2 de mars à octobre 2025

L'activité enregistrée à 70 m au niveau de l'éolienne K2 du parc de Kernebet montre d'importante variation de l'activité des chauves-souris. Les chauves-souris n'ont pas été contactées en altitude sur ce site durant les mois de juin et d'octobre à cause d'un dysfonctionnement du SMART. Les pics d'activité les plus importants ont été observés durant la période automnale (septembre et octobre).

2.1.4.2.1. Activité mensuelle

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

L'activité est très élevée en octobre. Le mois d'août est celui enregistrant la deuxième activité la plus forte, suivi de mai. Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en juin et en octobre.

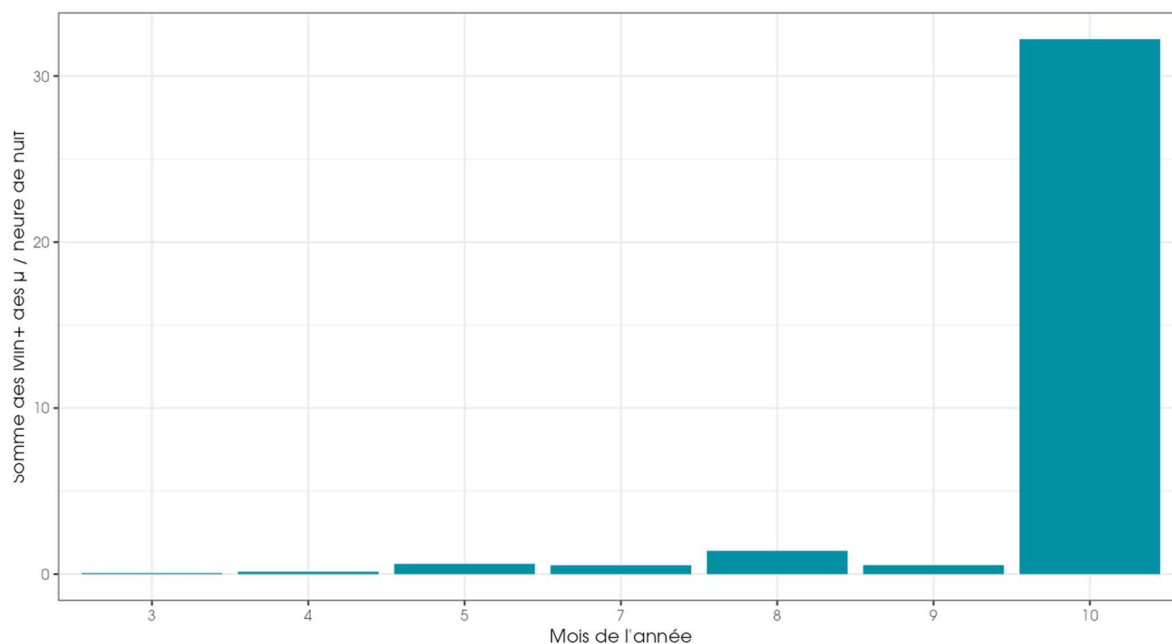


Figure 25 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (70 m) au niveau de l'éolienne K2 de mars à octobre 2025

■ *Pipistrelle commune*

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente 59,43 % du total des minutes positives obtenues et a une activité très forte entre le printemps et l'automne.

L'activité de la Pipistrelle commune augmente progressivement jusqu'au mois de mai puis subit légère baisse en juillet. L'activité réaugmente en août puis diminue en septembre avant de connaître une grande augmentation en octobre. Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en juin et en octobre.

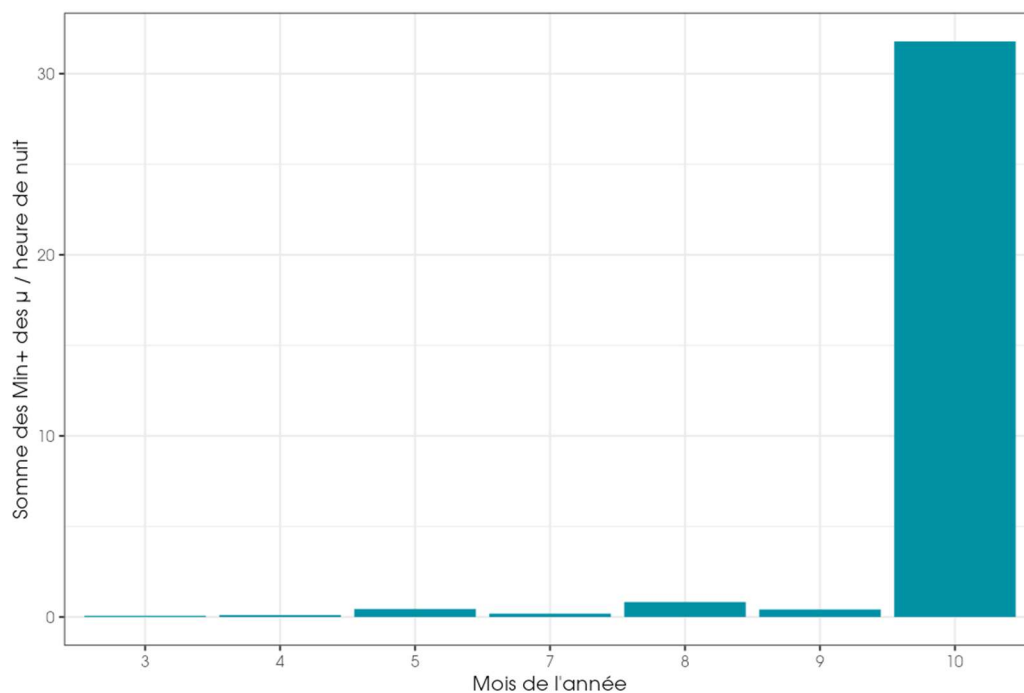


Figure 26 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne K2 en 2025.

■ Groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius

Pour rappel, la paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius représente 18,29 % du total des « minutes positives » enregistrées. Parmi celles-ci :

- 12,71 % correspondent à des contacts indéterminés, dont l'activité de forte à très forte entre le printemps et l'automne
- La Pipistrelle de Nathusius a été identifiée avec certitude dans 13,8 % des « minutes positives » et présente une activité très forte au printemps puis elle passe de moyenne à forte entre l'été et l'automne.
- La Pipistrelle de Kuhl, identifiée avec certitude dans 2 % des « minutes positives », possède une activité passant de moyenne à très forte entre le printemps et l'automne

L'activité de la paire Pipistrelle de Kuhl / Nathusius (ensemble des trois couleurs), est plus forte au mois d'octobre suivi du mois d'août et elle est plus faible en avril. Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en juin et en octobre.

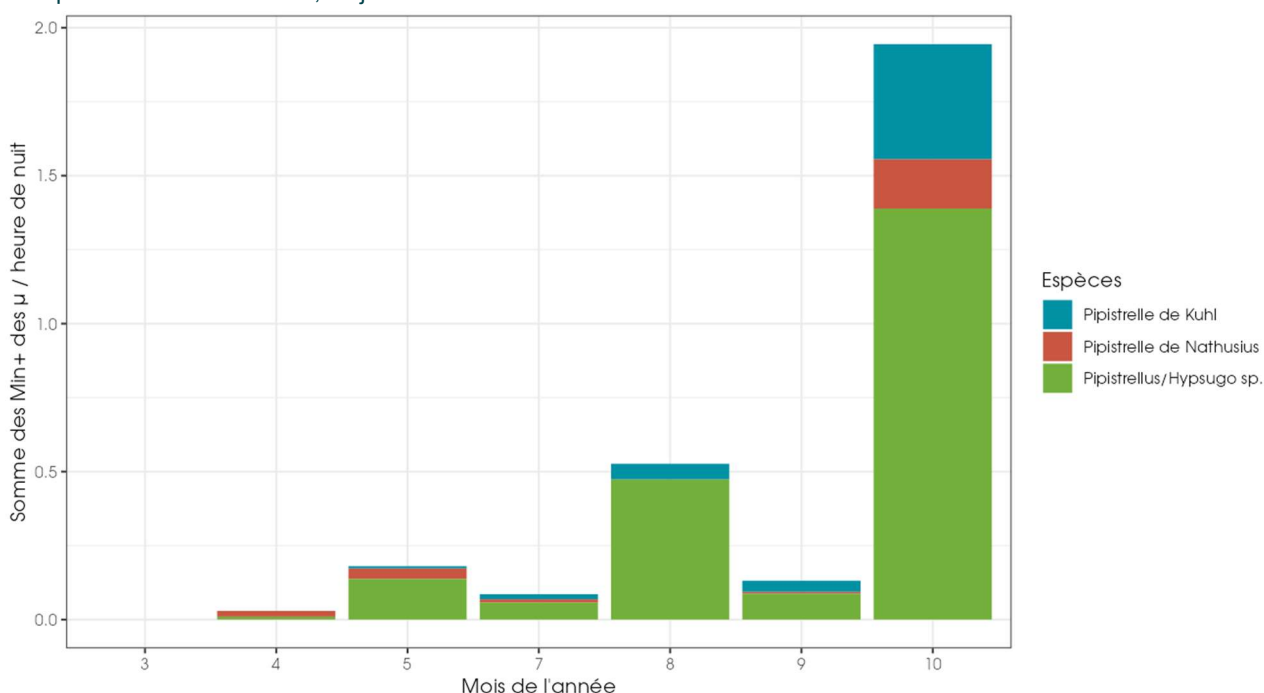


Figure 27 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la paire Pipistrelle de Kuhl / Nathusius, en altitude sur l'éolienne K2 en 2025.

■ Groupe Sérotine commune / Noctule de Leisler / Noctule commune

Pour rappel, le groupe des Sérotine commune et des noctules indéterminées (appelé « sérotules ») représente 11,2 % du total des « minutes positives » enregistrées. Parmi celles-ci :

- 1,96 % correspondent à des contacts indéterminés, dont l'activité évolue d'un niveau faible à moyen entre le printemps et l'automne.
- La Sérotine commune, identifiée avec certitude dans 9,1 % des « minutes positives », montre une activité très forte au printemps et en été.
- La Noctule de Leisler, identifiée avec certitude dans 0,10 % des « minutes positives », présente une activité moyenne en automne.
- Enfin, la Noctule commune, identifiée avec certitude dans 0,05 % des « minutes positives », possède une activité faible en automne.

L'activité du groupe des Sérotine commune et noctules indéterminées (sérotules) (ensemble des trois couleurs), augmente progressivement jusqu'au mois d'août avant d'observer une grande diminution en septembre.

Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en juin et en octobre.

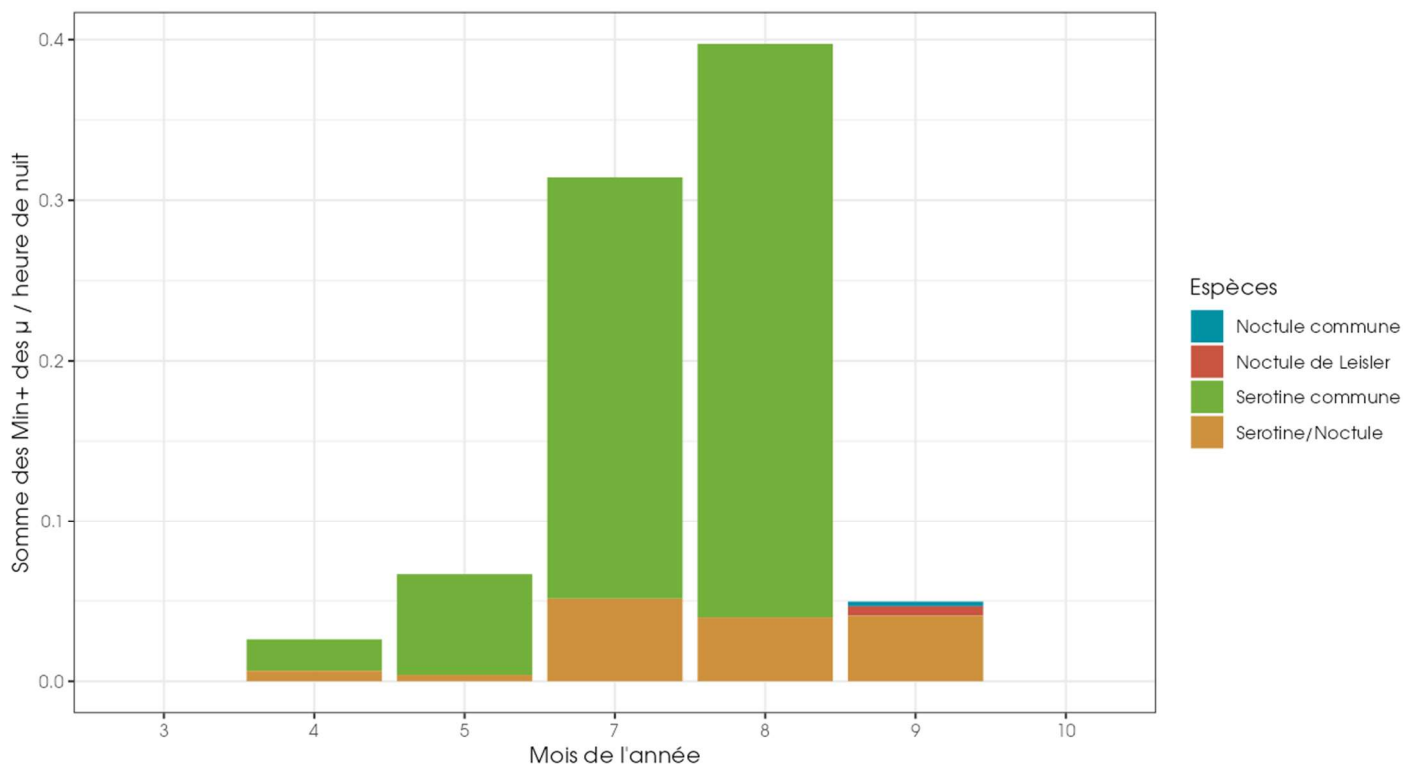


Figure 28 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe des « sérotines », en altitude sur l'éolienne K2 en 2025.

■ Espèces peu sensibles à la collision

Parmi les espèces les moins sensibles à la collision, il y a la Barbastelle d'Europe, l'Oreillard roux et le groupe des petits murins (*Myotis sp.*).

Pour rappel, l'Oreillard roux représente 0,41 % du total des minutes positives obtenues et a été contacté du mois de mai à août. L'activité de cette espèce est plus importante en juillet.

La Barbastelle d'Europe représente 0,21% du total des minutes positives obtenues et a été contacté au mois de septembre avec une activité très forte.

Le groupe des petits murins (*Myotis sp.*) représente 0,05% du total des minutes positives obtenues et a été contacté au mois de septembre avec une activité forte.

Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en juin et en octobre

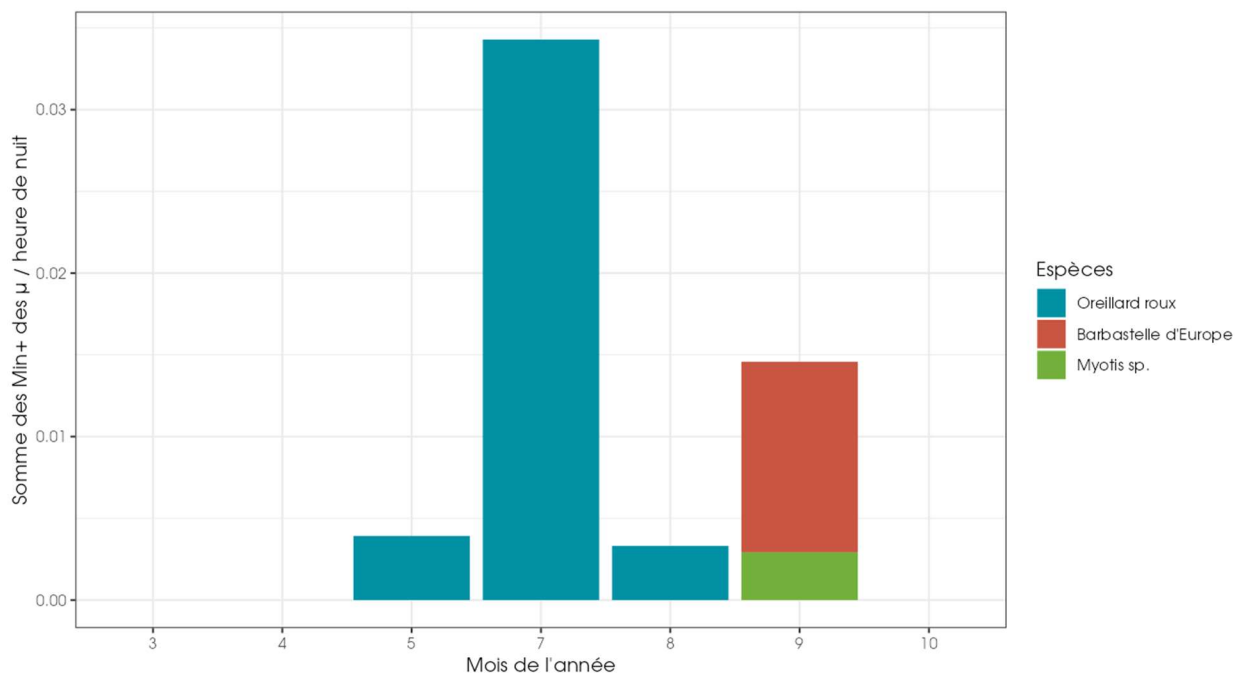


Figure 29 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour l'Oreillard roux, la Barbastelle d'Europe et le groupe des petits murins, en altitude sur l'éolienne K2 en 2025.

2.1.4.2.2. 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 durant les deux premières heures et diminue ensuite progressivement avant de connaître un regain à la 10^{ème} et 11^{ème} heure.

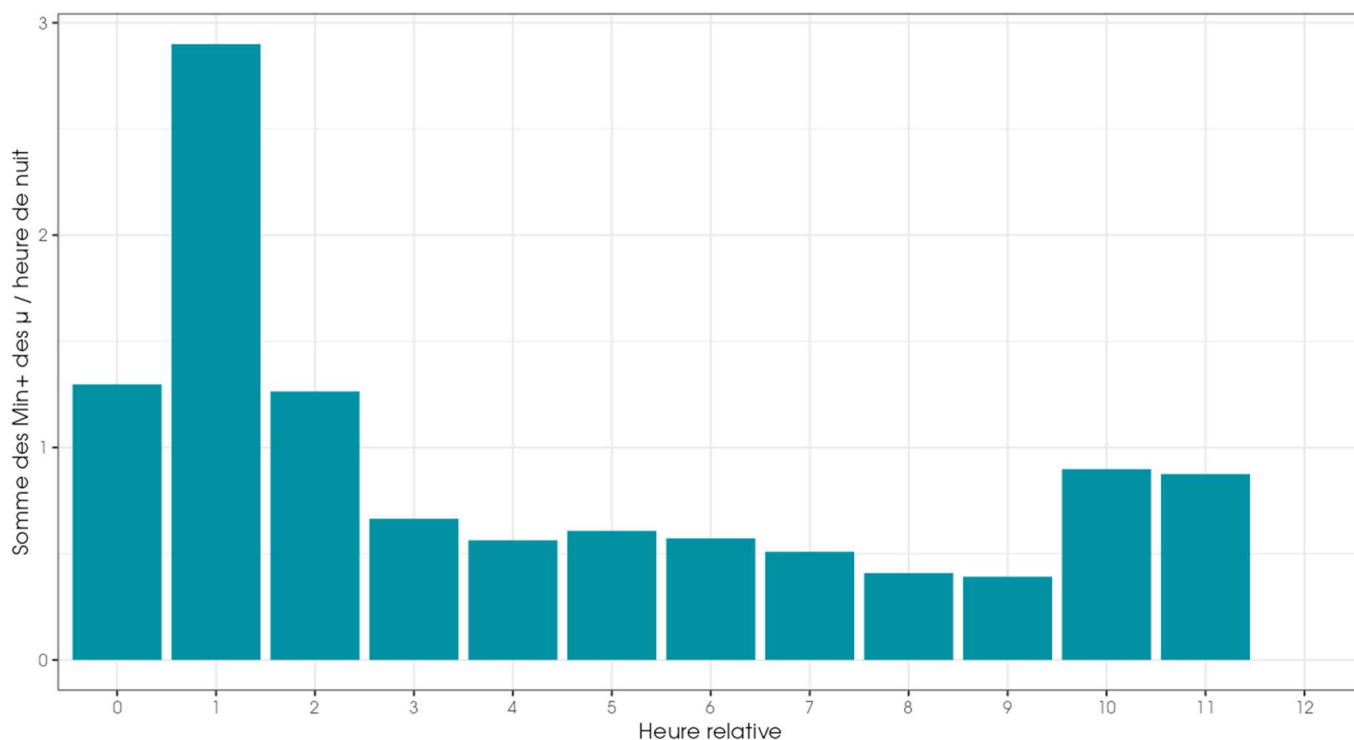
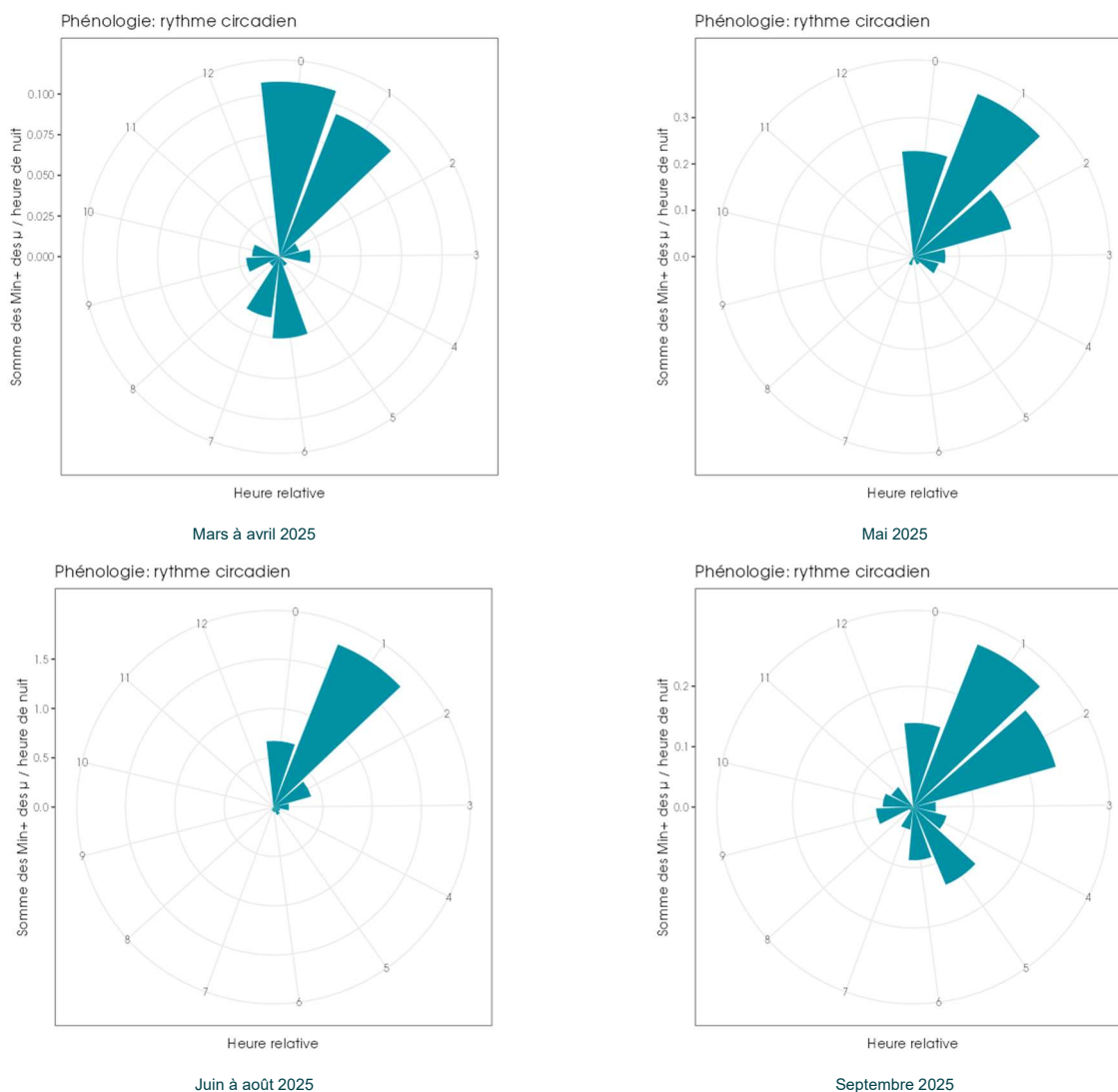


Figure 30 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, au niveau de K2 en altitude (70 m), toutes espèces confondues, de mars à octobre 2025

On observe globalement le même rythme d'activité si on regarde l'activité horaire en fonction des périodes de l'année (printemps, été et automne). Les activités horaires sur ces périodes et sur les mois présentant une activité des chauves-souris sont présentées sur les diagrammes suivants (cf. Figure 19).

On peut voir que quelque soit le mois on observe un pic d'activité durant les premières heures de la nuit. L'activité diminue ensuite. On observe toutefois plus nettement que l'activité peut remonter voire être aussi importante en fin de nuit qu'en début de nuit à certaines périodes de l'année. Ceci est notamment visible au niveau du diagramme représentant l'activité horaire sur les mois de mars à avril ainsi que septembre et octobre



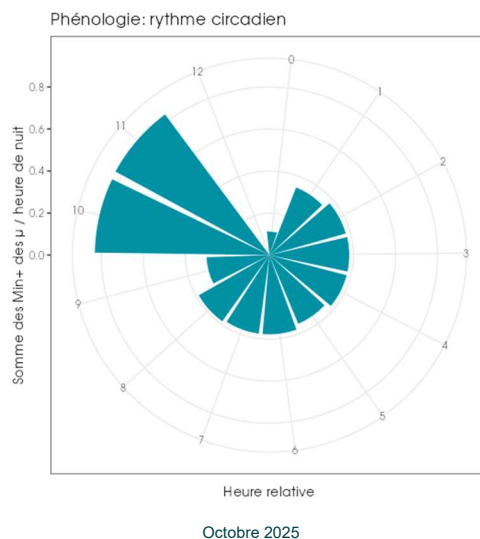


Figure 31 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, au niveau de K2 en altitude (70 m) et toutes espèces confondues

Le graphique suivant (actogramme) présente le détail de l'activité toutes espèces confondues. La zone en violet correspond à la nuit et les zones grises correspondent aux périodes de panne.

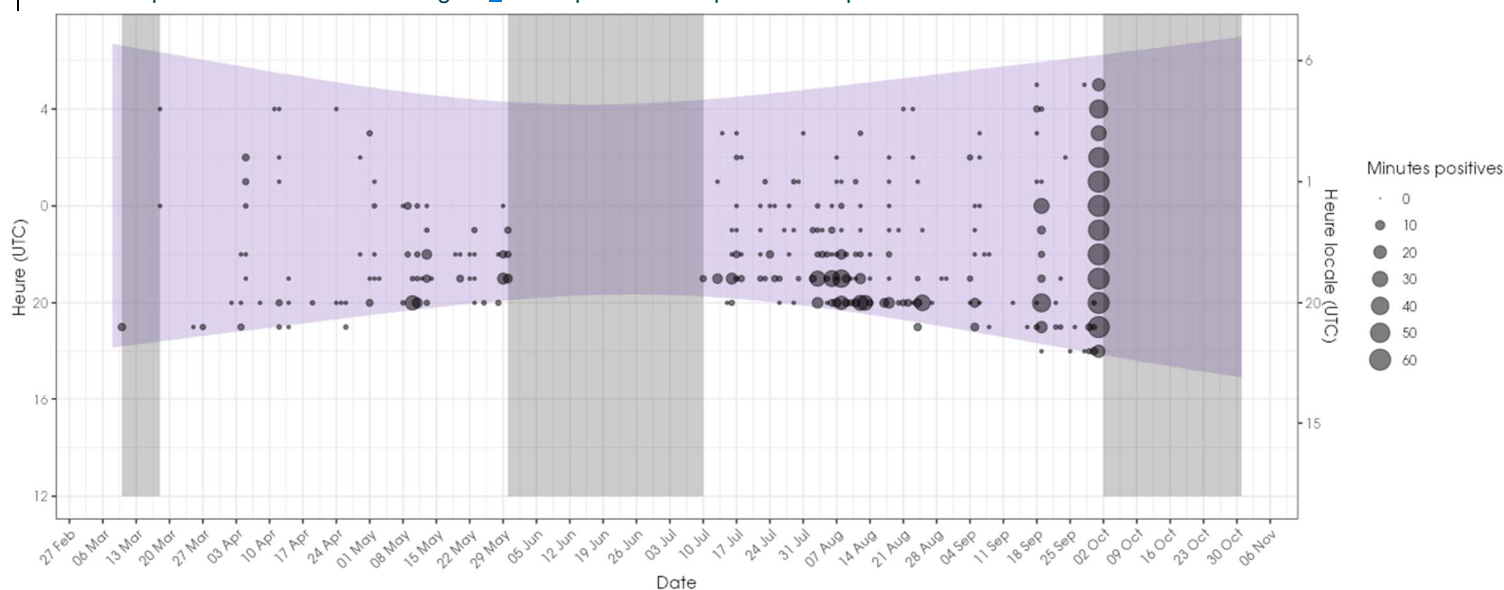


Figure 32 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, au niveau de K2 en altitude (70 m)

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.

Focus sur la Pipistrelle commune

L'actogramme suivant, prenant uniquement les contacts de Pipistrelle commune en compte, montre que l'espèce est très présente certaines nuits consécutives début octobre.

Cette récurrence et son activité tout au long de ces nuits, ainsi que la présence de plusieurs individus simultanément démontrent la présence d'un gîte en période de transit automnale à proximité de l'éolienne K2.

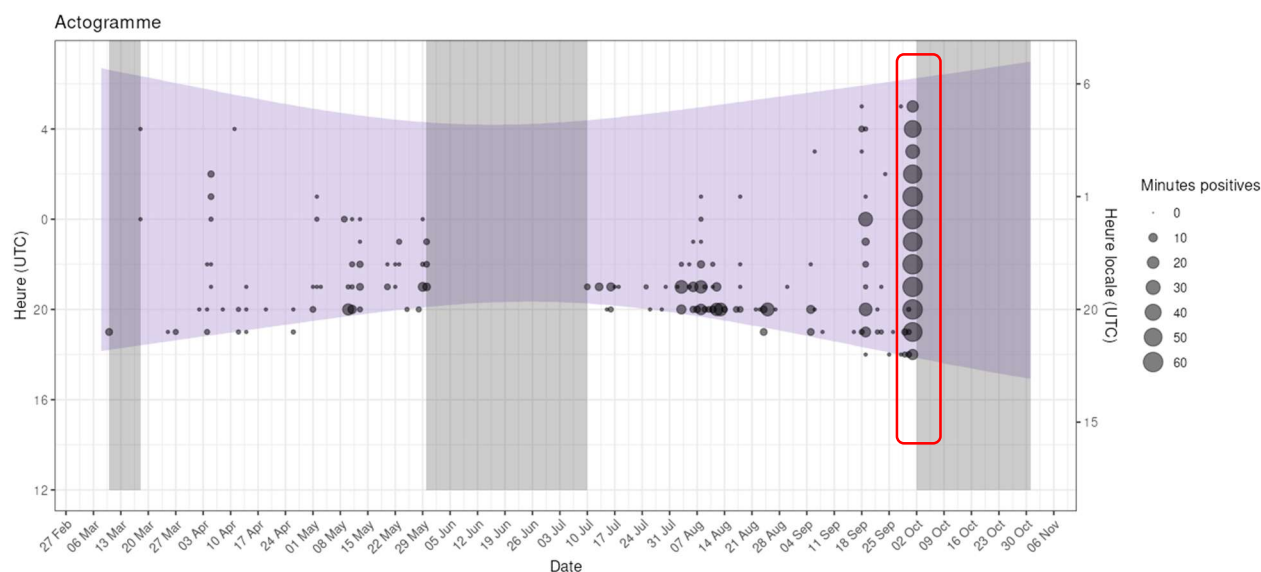


Figure 33 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, pour la Pipistrelle commune, au niveau de K2 en hauteur (70 m)

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 18 : Proportions des contacts obtenus en altitude au niveau de K2 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					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	2h07	5h18	7h02	8h01	9h49	11h12
Période printanière (avril à mai)	1h23	2h45	4h14	5h42	7h20	8h40
Période estivale (juin à août)	1h25	1h55	2h37	3h36	5h11	7h37
Période automnale (septembre à octobre)	4h42	7h23	8h39	9h52	10h33	11h30

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 8h01 qui suivent le coucher du soleil ;
- 75% de l'activité en altitude se concentre dans les 5h18 qui suivent le coucher du soleil ;
- 50 % de l'activité en altitude a été obtenue entre le coucher du soleil et environ 2h07 après celui-ci.

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

L'année 2025 correspond à la première année de suivi de l'activité des chauves-souris en altitude sur le parc éolien de Kernebet. Néanmoins, en 2024, un suivi volontaire a été mené entre le 10 septembre et le 12 novembre.

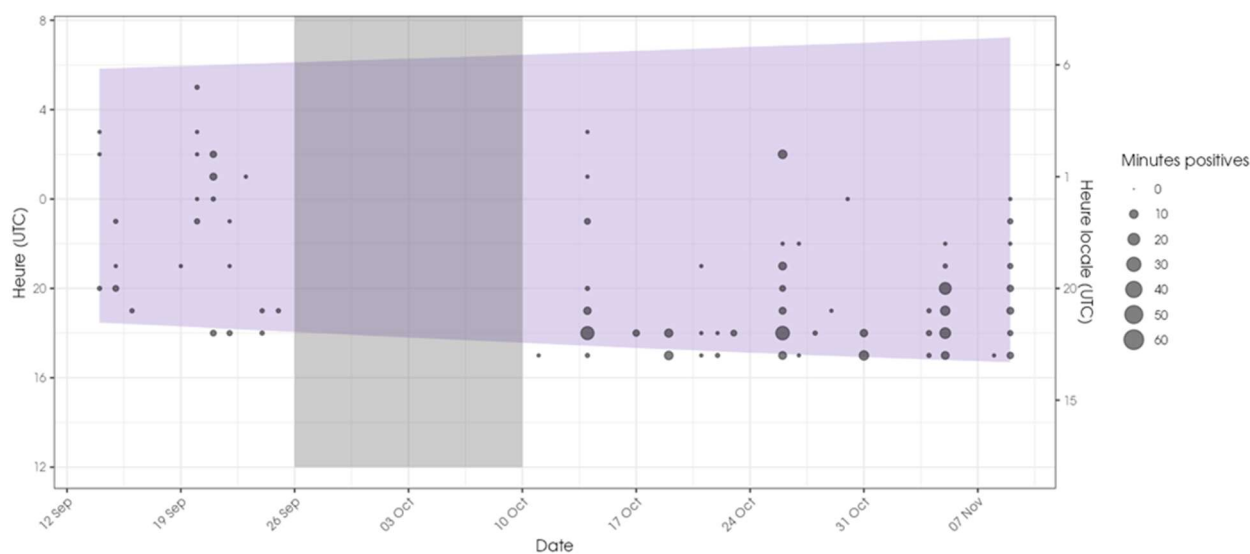
Le tableau ci-dessous fait le bilan des périodes d'inventaire, des espèces identifiées et des résultats obtenus lors des enregistrements réalisés en altitude des suivis de 2024 et 2025.

Tableau 19 : Croisement des informations sur l'évaluation de l'activité en altitude issues des deux suivis.

	En 2024	En 2025
Localisation des deux dispositifs d'écoute	Eolienne K4 et K2 - Parc de Kernebet.	Eolienne K4 et K2 - Parc de Kernebet.
Période de fonctionnement du dispositif	45 nuits exploitables entre le 10 septembre et le 12 novembre 2024 pour K4 et 59 pour K2	142 nuits exploitables entre le 8 mars et le 31 octobre 2025 pour K4 et 158 pour K2.
Espèces identifiées	9 espèces de chauves-souris ont été identifiées en altitude au niveau des éoliennes K4 et K2 : Barbastelle d'Europe ; Noctule de Leisler ; Pipistrelle commune ; Pipistrelle de Kuhl ; Pipistrelle de Nathusius ; Sérotine commune ; Murin de Bechstein ; Oreillard roux ; Oreillard gris. 4 groupes d'espèces sont également présents : Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées, Groupe Oreillard roux/gris (Plecotus auritus / P. austriacus), groupe des murins et groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius	9 espèces de chauves-souris ont été identifiées en altitude au niveau des éoliennes K4 et K2 : Barbastelle d'Europe ; Noctule commune ; Noctule de Leisler ; Pipistrelle commune ; Pipistrelle de Kuhl ; Pipistrelle de Nathusius ; Sérotine commune ; Murin de Natterer ; Oreillard roux ; 3 groupes d'espèces sont également présents : Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées, groupe des murins et groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius
Nombre de contact enregistré	Au total, 1432 contacts ont été enregistrés sur 45 nuits au niveau de l'éolienne K4, correspondant à 373 minutes positives, tandis que 14 317 contacts ont été relevés sur 59 nuits au niveau de l'éolienne K2, représentant 1 417 minutes positives.	Au total, 25 792 contacts ont été enregistrés sur 142 nuits au niveau de l'éolienne K4, correspondant à 2 645 minutes positives, tandis que 12 561 contacts ont été relevés sur 158 nuits au niveau de l'éolienne K2, représentant 1 689 minutes positives.
Niveau d'activité des espèces	La Pipistrelle commune domine le peuplement chiroptérologique, avec 67 % des minutes positives de chauves-souris enregistrées en altitude sur K4 et 83 % sur K2. Son activité est très forte à l'automne au niveau de K2 et forte au niveau de K4. La paire Pipistrelle de Kuhl / Nathusius arrive en seconde position, avec 12,6 % des minutes positives sur l'éolienne K4 et 14,53% sur l'éolienne K2. Selon le référentiel altitude, son activité est très forte sur K2 et forte sur K4. Par ailleurs, la Pipistrelle de Nathusius a été identifiée avec certitude dans 10,5 % des minutes positives sur l'éolienne K4 et 1,41 % sur l'éolienne K2, possédant une activité très forte sur les deux éoliennes. En revanche, la Pipistrelle de Kuhl a été identifiée avec certitude dans 7,5 % des minutes positives sur K4 et 3,25 % sur K2, possédant une activité forte sur les deux éoliennes. Les autres espèces sont nettement moins fréquentes. Le groupe des sérotines, la Sérotine commune et la Noctule de Leisler sont moins fréquentes au niveau de K2. Quant au Murin de Bechstein, au groupe des petits Myotis sp, à la Barbastelle d'Europe et aux oreillards (gris et roux), ils restent rares au niveau de K2, ne représentant pas plus de 0,4 % des minutes positives. Ces derniers sont absents sur les enregistrements de K4.	La Pipistrelle commune domine le peuplement chiroptérologique, avec 78,8 % des minutes positives enregistrées sur l'éolienne K4 et 59,43 % sur K2. Son activité est forte au printemps sur K4 et très forte sur le reste des périodes sur les deux éoliennes. Le groupe des sérotines (Sérotine commune, Noctule de Leisler et Noctule commune) arrive en seconde position, avec 10,55 % des minutes positives enregistrées sur l'éolienne K4 et 11,2 % sur K2. Parmi celles-ci : Les contacts indéterminés représentent 3,1 % des minutes positives sur K4, avec une activité évoluant d'un niveau moyen à très fort entre le printemps et l'été, avant de devenir faible en automne. Sur K2, ces contacts indéterminés comptent pour 1,96 %, avec une activité faible à moyenne tout au long de la période allant du printemps à l'automne. La Sérotine commune est identifiée avec certitude dans 7,3 % des minutes positives sur K4, où son activité passe de très forte au printemps à moyenne en automne. Sur K2, elle est plus présente (9,1 % des minutes positives), avec une activité très forte au printemps et en été. La Noctule de Leisler est détectée dans 0,19 % des minutes positives sur K4, affichant une activité très forte au printemps et moyenne en automne. Sur K2, elle représente 0,10 % des minutes positives, avec une activité moyenne uniquement en automne. La Noctule commune est très peu présente, avec 0,04 % des minutes positives sur K4 et une activité faible en automne. Sur K2, elle est légèrement plus détectée (0,05 %), mais son activité reste faible en automne. La paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius arrive en troisième position, avec 7,8 % des minutes positives sur K4 et 12,71 % sur K2, avec une activité passant de forte à très forte entre le printemps et l'automne. La Pipistrelle de Nathusius a été identifiée avec certitude dans 2 % des minutes positives sur K4, où son activité évolue de forte à très forte entre le printemps et l'automne. Sur K2, elle est bien plus présente (13,8 % des minutes positives), avec une activité très forte au printemps, puis moyenne à forte entre l'été et l'automne. En revanche, la Pipistrelle de Kuhl a été identifiée avec certitude dans 0,8 % des minutes positives sur K4 avec une activité forte au printemps et en automne, et très forte en été. Sur K2,

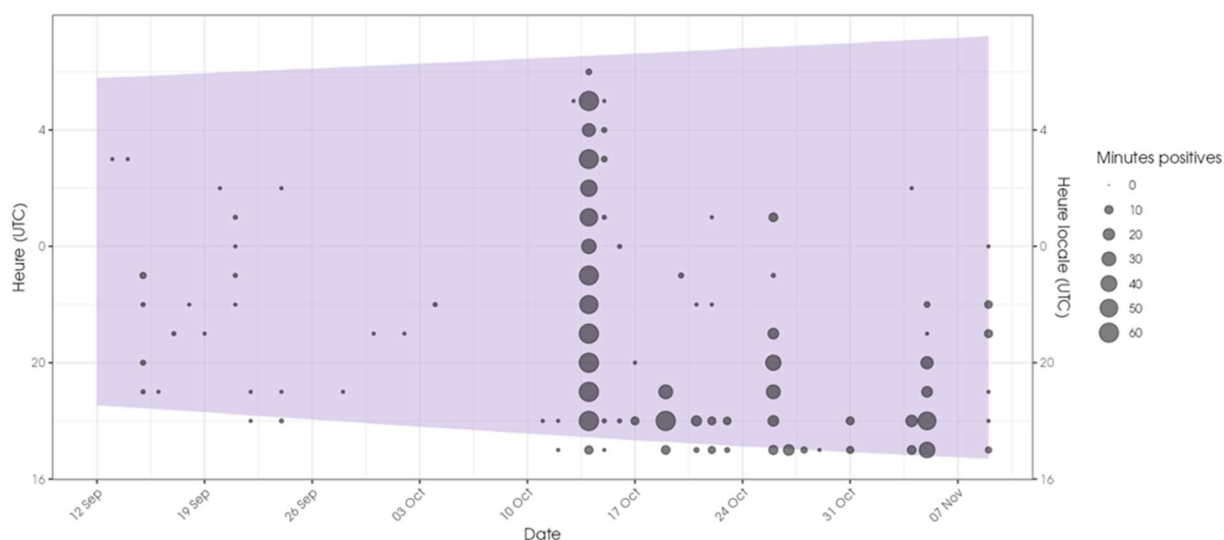
elle représente 2 % des minutes positives, avec une activité moyenne à très forte tout au long de la période allant du printemps à l'automne. Les autres espèces sont nettement moins fréquentes. L'Oreillard roux et la Barbastelle d'Europe sont exclusivement détectés sur K2 et absents sur K4. Le Murin de Natterer, identifié sur K4 et n'a pas été observé sur K2. Enfin, le groupe des petits murins est présent uniquement sur K2. Aucune de ces espèces ne dépasse 0,4 % des minutes positives sur l'une ou l'autre des éoliennes.

■ En 2024 :



Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit et la zone grise aux périodes de panne.

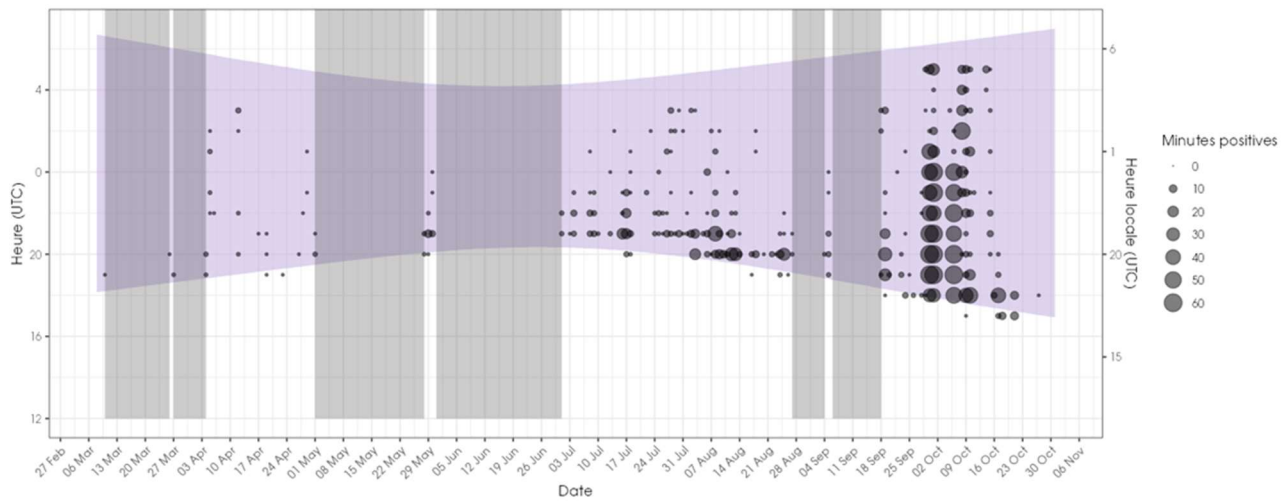
Figure 34 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne K4 du parc de Kernebet en 2024.



Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit et la zone grise aux périodes de panne.

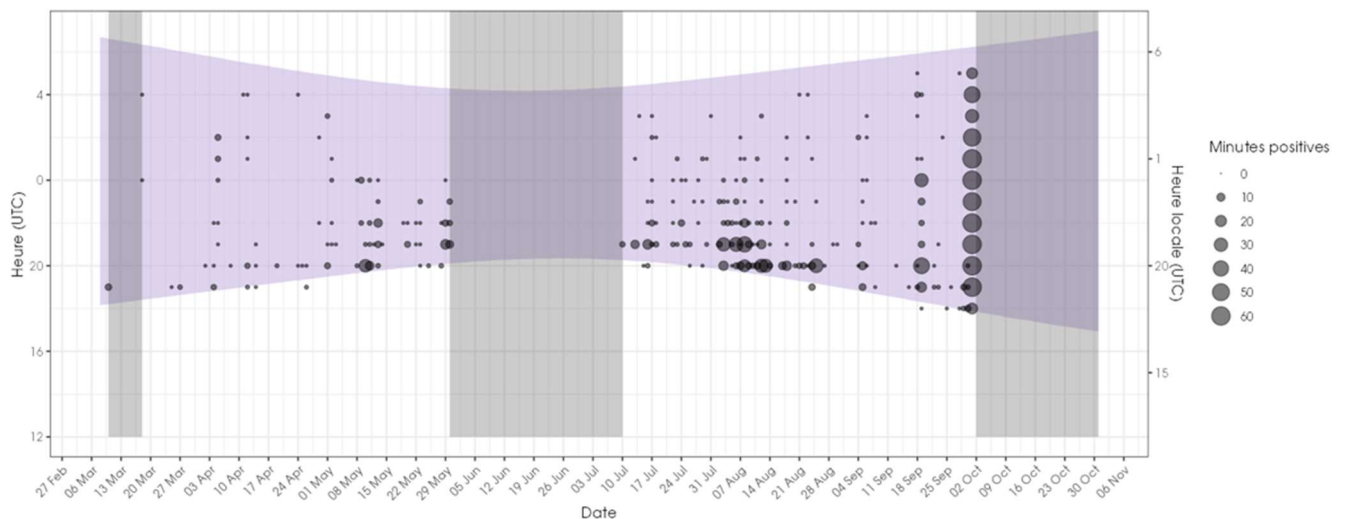
Figure 35 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne K2 du parc de Kernebet en 2024.

■ En 2025 :



Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit et la zone grise aux périodes de panne.

Figure 36 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne K4 du parc de Kernebet en 2025.



Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit et la zone grise aux périodes de panne.

Figure 37 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne K2 du parc de Kernebet en 2025.

La comparaison des enregistrements et des niveaux d'activité entre le suivi volontaire de 2024 et le suivi réglementaire de 2025 permet de compléter les données manquantes du mois d'octobre 2025 sur K2 et ainsi de supposer une activité importante également sur le mois d'octobre pour K2 en 2025. A noter que l'activité de K2 en période automnale est évaluée comme très forte en 2024 et en 2025, malgré les périodes de panne. Pour l'éolienne K4, l'activité en période automnale est évaluée comme moyenne en 2024, mais passe à un niveau très fort en 2025.

En 2024, deux espèces n'ont pas été observées en 2025 : le Murin de Bechstein et l'Oreillard gris. À l'inverse, en 2025, deux espèces supplémentaires ont été contactées par rapport à 2024 : la Noctule commune et le Murin de Natterer.

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 (70 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=1 678 minutes positives sur 158 nuits de suivi, entre le 8 mai au 31 octobre 2025 pour l'éolienne K2, au lieu de 1 689 minutes. Pour K4, les données météorologiques disponibles sont de N=2 638 minutes positives sur 142 nuits de suivi, entre le 8 mai au 31 octobre 2025, au lieu de 2 645 minutes.

2.1.6.1 Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur au niveau de K4 en fonction des paramètres météorologiques

2.1.6.1.1. Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 70 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mars à octobre 2025, les instruments de mesure installés sur l'éolienne K4 du parc de Kernebet ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de vitesse de vent allant de 0,201 à 8,03 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 K4 (= **conditions disponibles**) obtenue à hauteur de nacelle 70 m) et durant les 142 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.

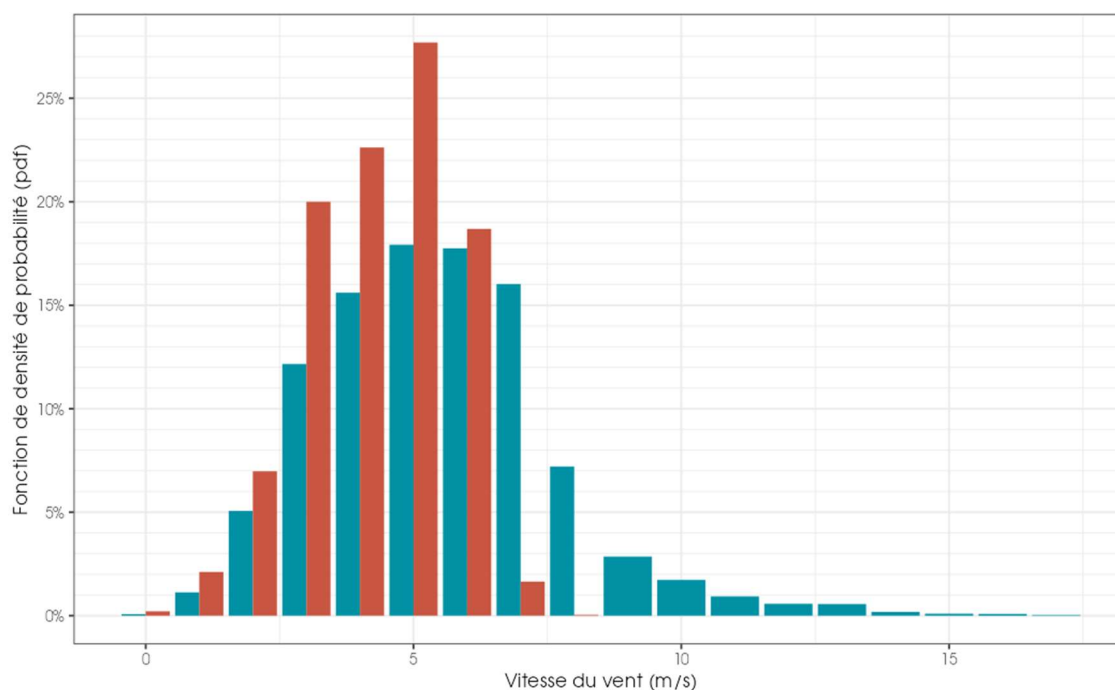


Figure 38 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K4 du parc de Kernebet

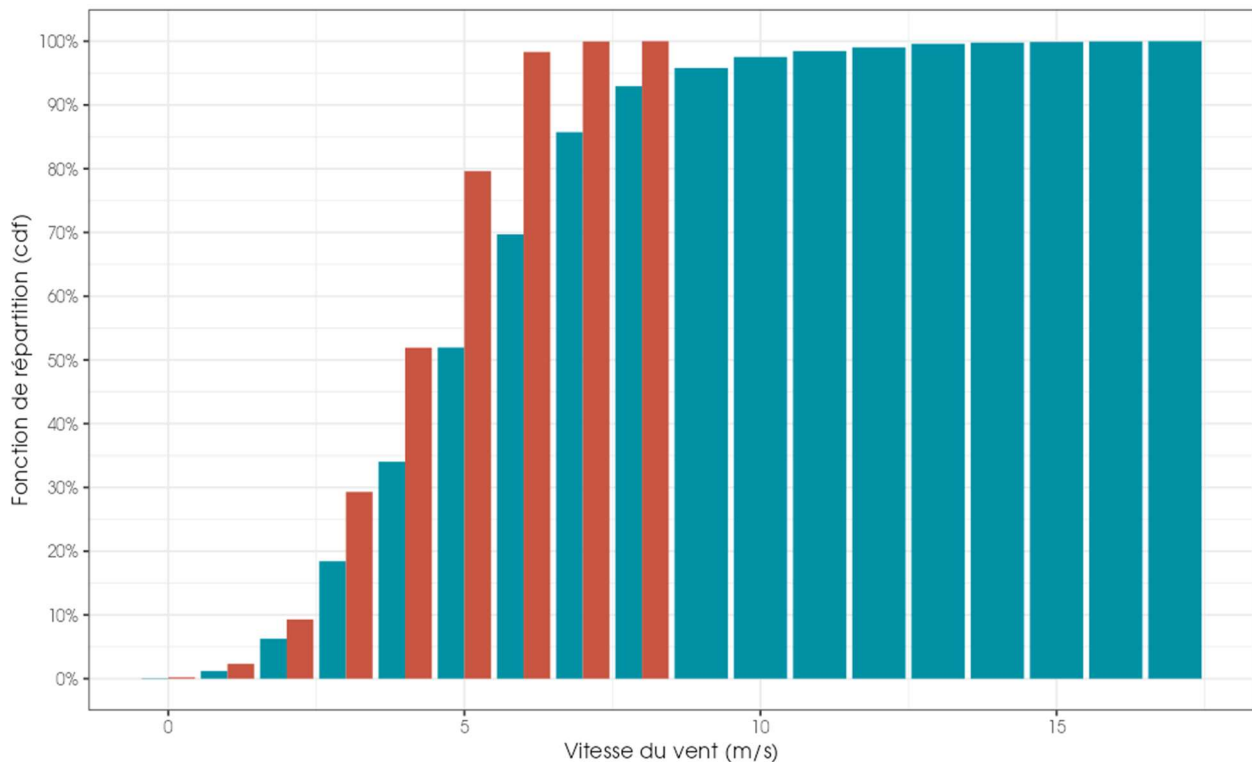


Figure 39 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K4 du parc de Kernebet

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 70 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la vitesse du vent diminue de façon significative sur le site à partir de 6 m/s ;
- Les chauves-souris utilisent les conditions disponibles jusqu'à 8 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 20 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (70 m) au niveau de K4 en fonction de la vitesse du vent

Contacts en altitude	Vitesse de vent (en m/s à 70m) en-dessous de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus, et nombre de minutes positives correspondant					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	4,3 m/s	5,2 m/s	5,7 m/s	5,8 m/s	6,2 m/s	6,5 m/s
Période printanière (mars à mai)	3,7 m/s	4,7 m/s	5,1 m/s	5,3 m/s	5,7 m/s	6,4 m/s
Période estivale (juin à août)	2,9 m/s	3,8 m/s	4,4 m/s	4,8 m/s	5,2 m/s	6,6 m/s
Période automnale (septembre à octobre)	4,7 m/s	5,4 m/s	5,8 m/s	5,9 m/s	6,2 m/s	6,5 m/s

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 7 m/s.

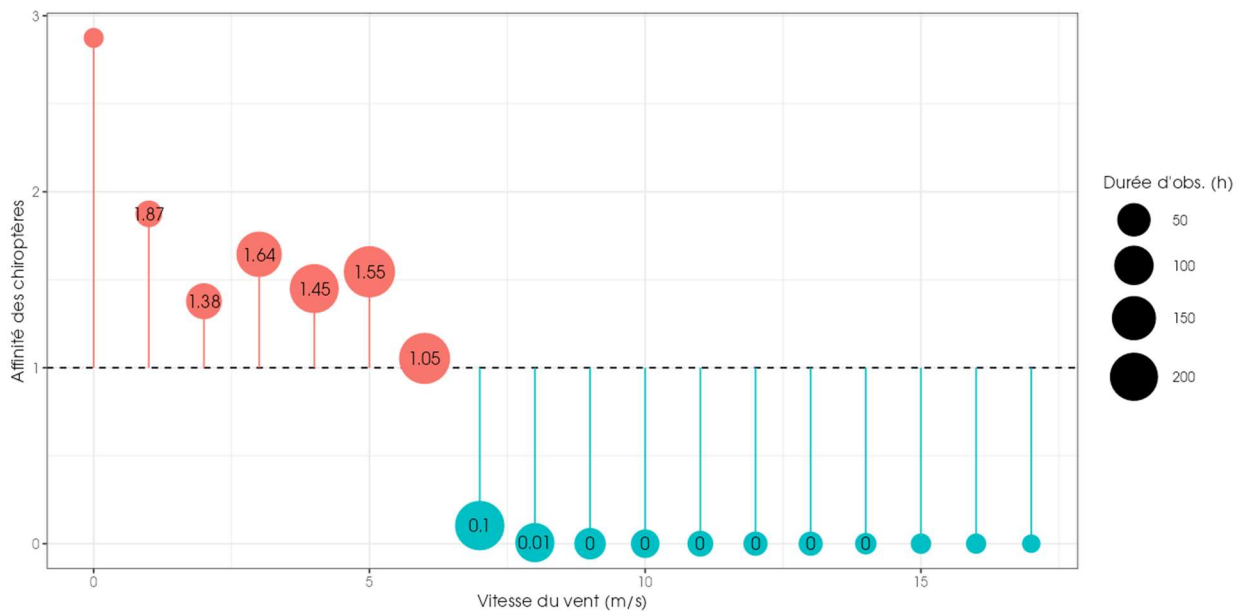


Figure 40 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K4 du parc de Kernebet

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la vitesse du vent (mesurée à 70 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 5,8 m/s ;
- 75% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 5,2 m/s ;
- 50% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 4,3 m/s.

2.1.6.1.2. Activité en fonction de la température (°C) mesurée à 70 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mars à octobre 2025, les instruments de mesure installés sur la nacelle de l'éolienne K4 ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages de températures allant de 9,85 à 23,13°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 (70 m) et durant les 142 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.

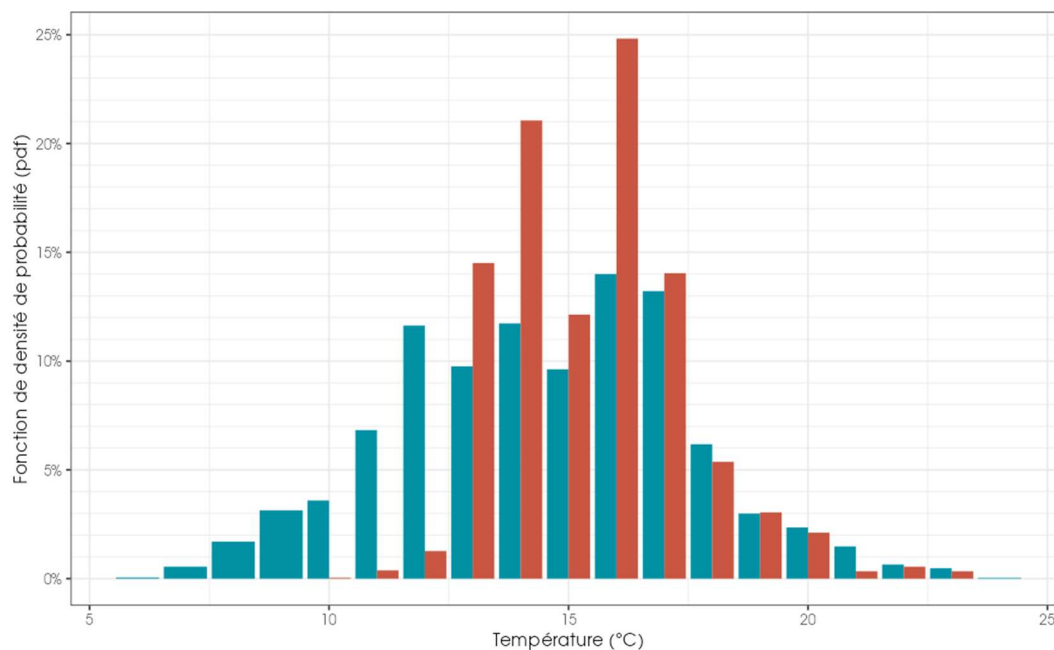


Figure 41 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K4 du parc de Kernebet

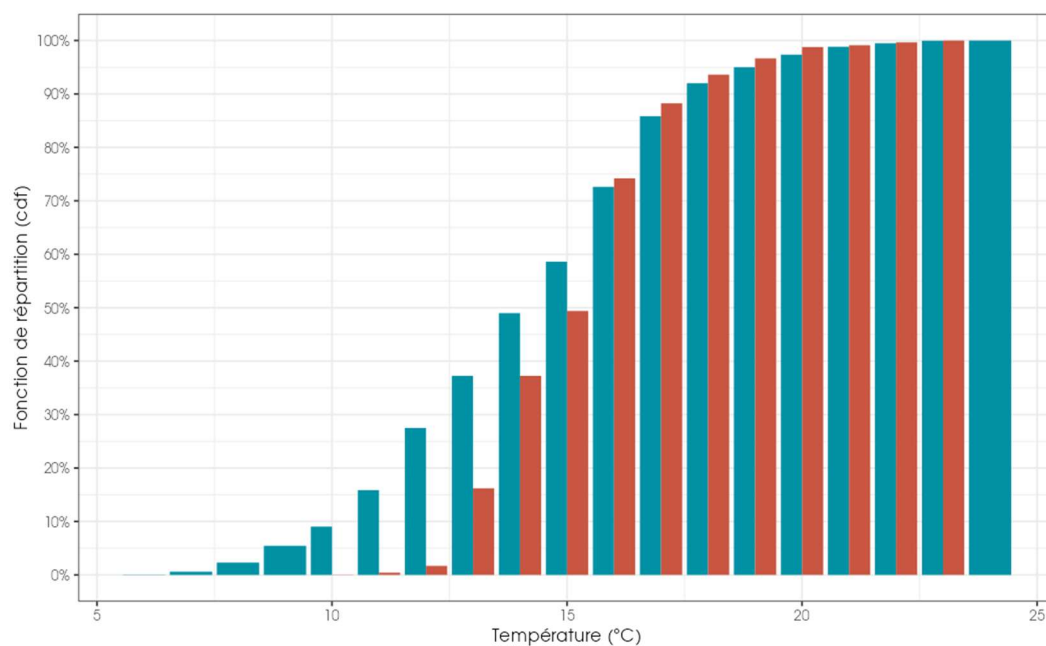


Figure 42 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K4 du parc de Kernebet

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 70 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la température est plus importante pour des tranches de température au-dessus de 12°C ;
- Les chauves-souris utilisent globalement les conditions disponibles au-dessus de 10°C ;

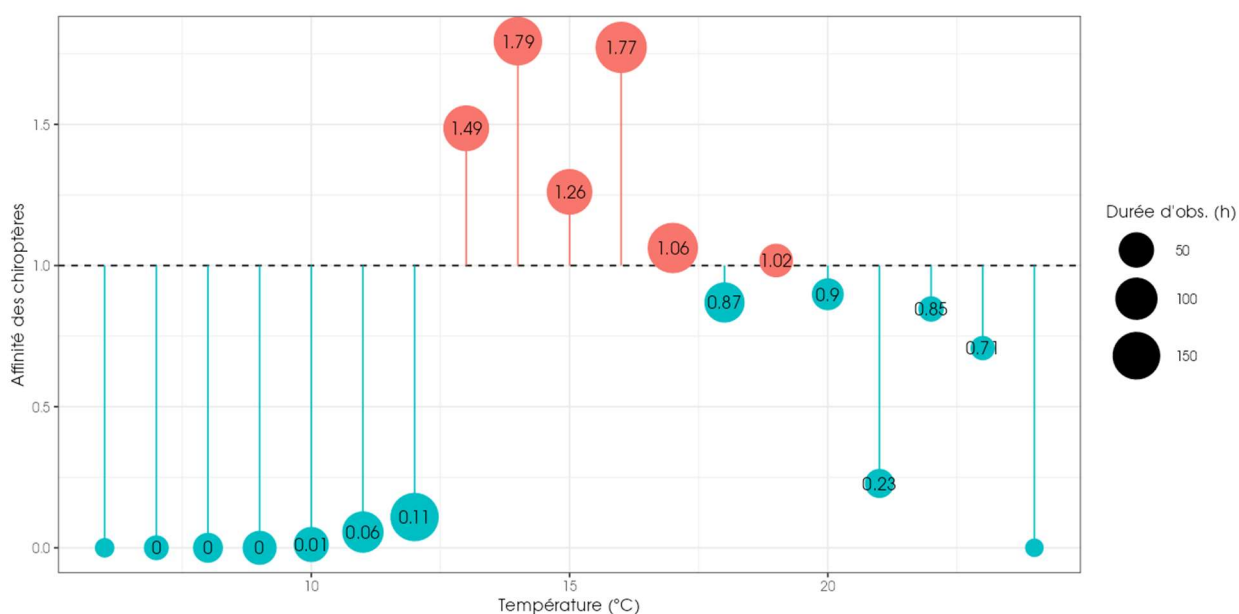
Le tableau suivant liste les températures au-dessus desquelles des proportions ciblées des contacts (toutes espèces confondues) ont été obtenues, pour l'ensemble des données en altitude.

Tableau 21 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane au niveau de K4 en fonction de la température

Contacts au-dessus de la médiane	Température (en °C à 70 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	15,9°C	13,9°C	13,5°C	13,1°C	12,7°C	12,4°C
Période printanière (mars à mai)	15,4°C	11,7°C	11,5°C	11,3°C	10,8°C	10,5°C
Période estivale (juin à août)	17,8°C	16,8°C	16,3°C	16,2°C	16,1°C	15,6°C
Période automnale (septembre à octobre)	14,8°C	13,8°C	13,3°C	12,9°C	12,6°C	12,4°C

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

Dans le cadre de l'étude, l'analyse des résultats montre une nette préférence des chauves-souris pour des températures nocturnes supérieures à 12°C.

**Figure 43 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne au niveau de K4, pour les contacts enregistrés en altitude (70 m)**

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la température (mesurée à 70 m), permet de tirer les informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été enregistrée à des températures supérieures à 13,1°C ;
- 75% de l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 13,9°C ;
- 50% l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 15,9°C.

2.1.6.1.3. 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.

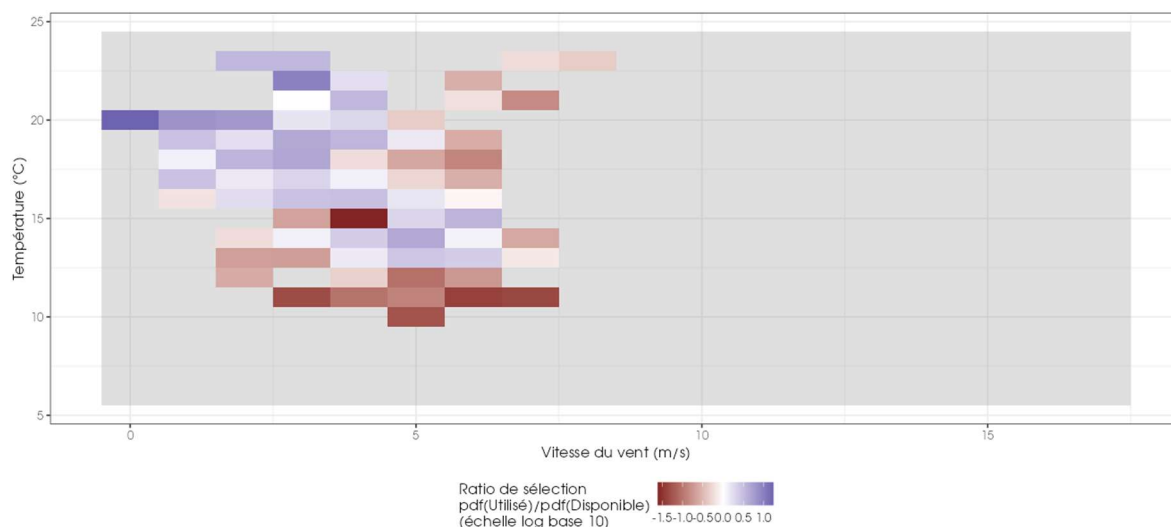


Figure 44 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris au niveau de K4 (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 70 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris

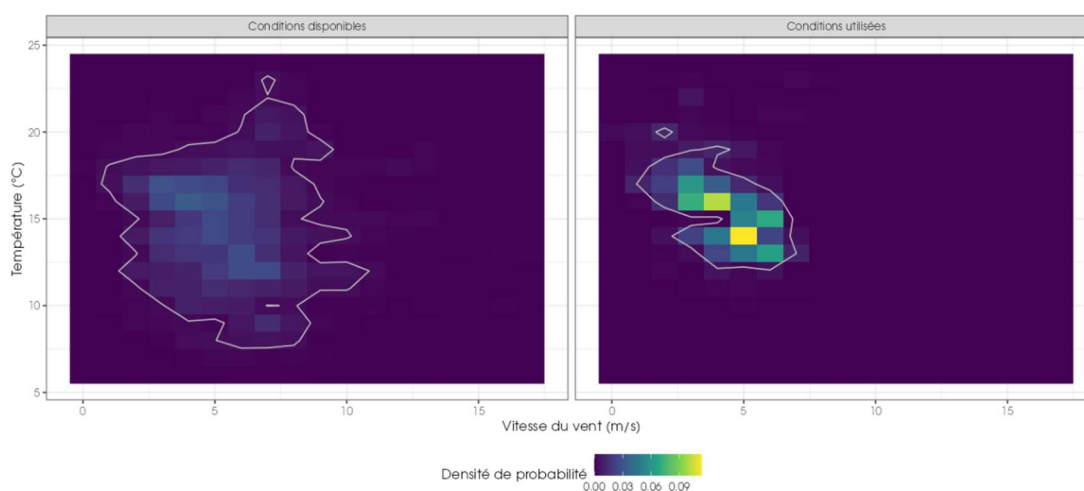


Figure 45 : Météorologie enregistrée sur les capteurs, à gauche - Conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris, à droite. L'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le parc de Kernebet 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 9,5 et 23°C et de vitesses de vent comprises entre 0 et 8 m/s.

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

2.1.6.2 Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur au niveau de K2 en fonction des paramètres météorologiques

2.1.6.2.1. Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 70 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mars à octobre 2025, les instruments de mesure installés sur l'éolienne K4 du parc de Kernebet ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de vitesse de vent allant de 0,5 à 7,7 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 K2 (= **conditions disponibles**) obtenue à hauteur de nacelle 70 m) et durant les 158 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.

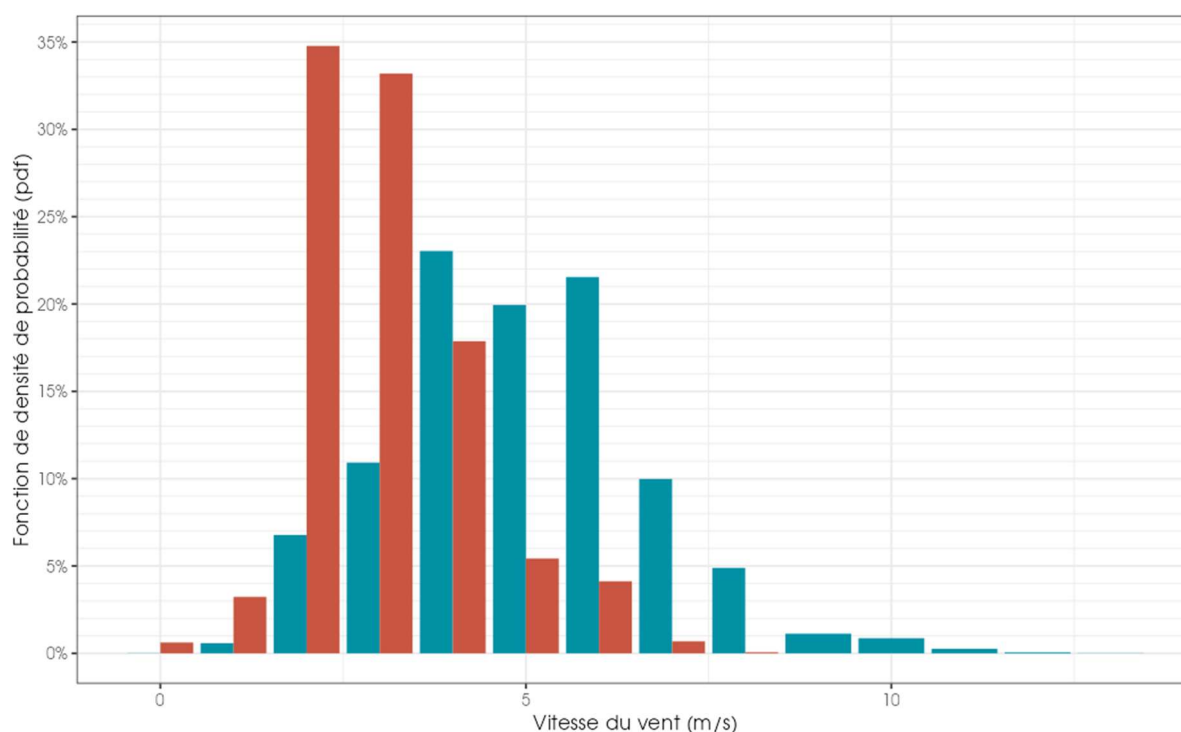


Figure 46 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K2 du parc de Kernebet

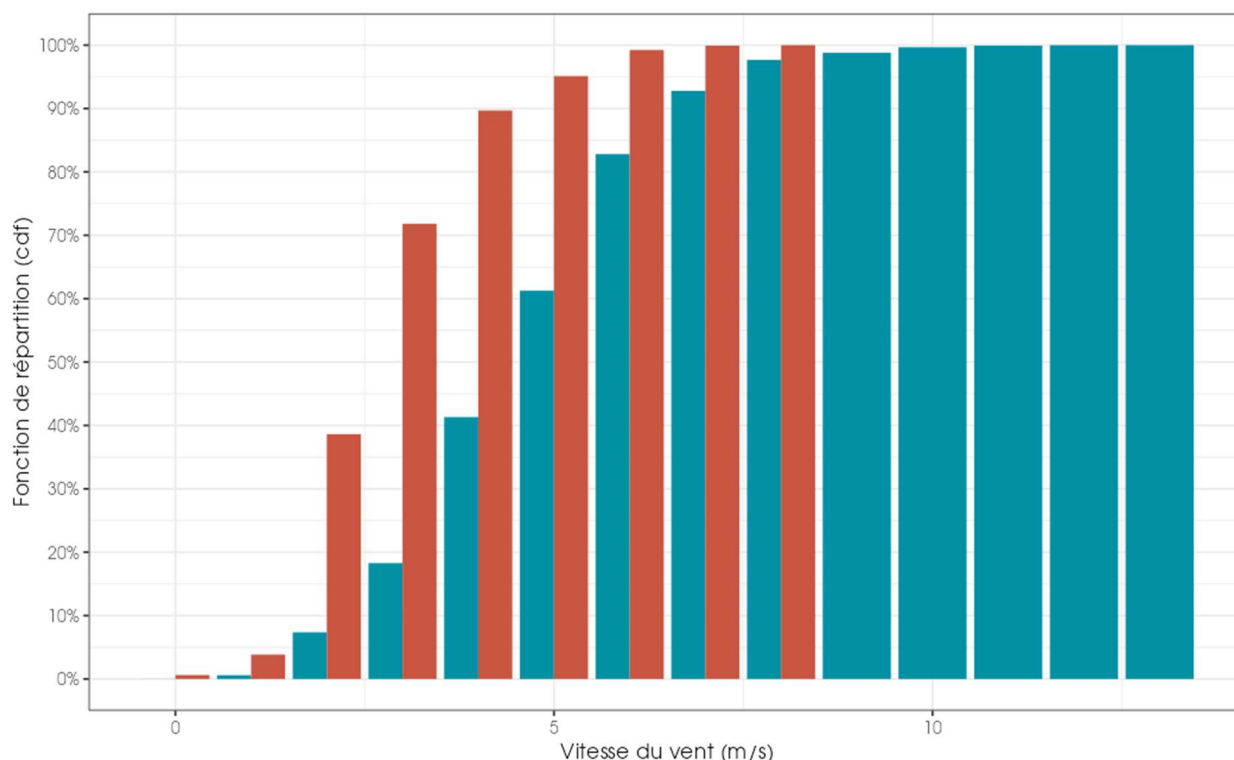


Figure 47 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K2 du parc de Kernebet

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 70 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 4 m/s ;
- Les chauves-souris utilisent les conditions disponibles jusqu'à 8 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 22 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (70 m) au niveau de K2 en fonction de la vitesse du vent

Contacts en altitude	Vitesse de vent (en m/s à 70m) en-dessous de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	2,8 m/s	3,6 m/s	4,2 m/s	4,6 m/s	5,4 m/s	6,1 m/s
Période printanière (mars à mai)	3,2 m/s	4,2 m/s	4,54 m/s	4,9 m/s	5,28 m/s	5,9 m/s
Période estivale (juin à août)	2,6 m/s	3,4 m/s	3,9 m/s	4,3 m/s	5,3 m/s	6,8 m/s
Période automnale (septembre à octobre)	2,9 m/s	3,6 m/s	4,2 m/s	4,9 m/s	5,6 m/s	6,0 m/s

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 m/s.

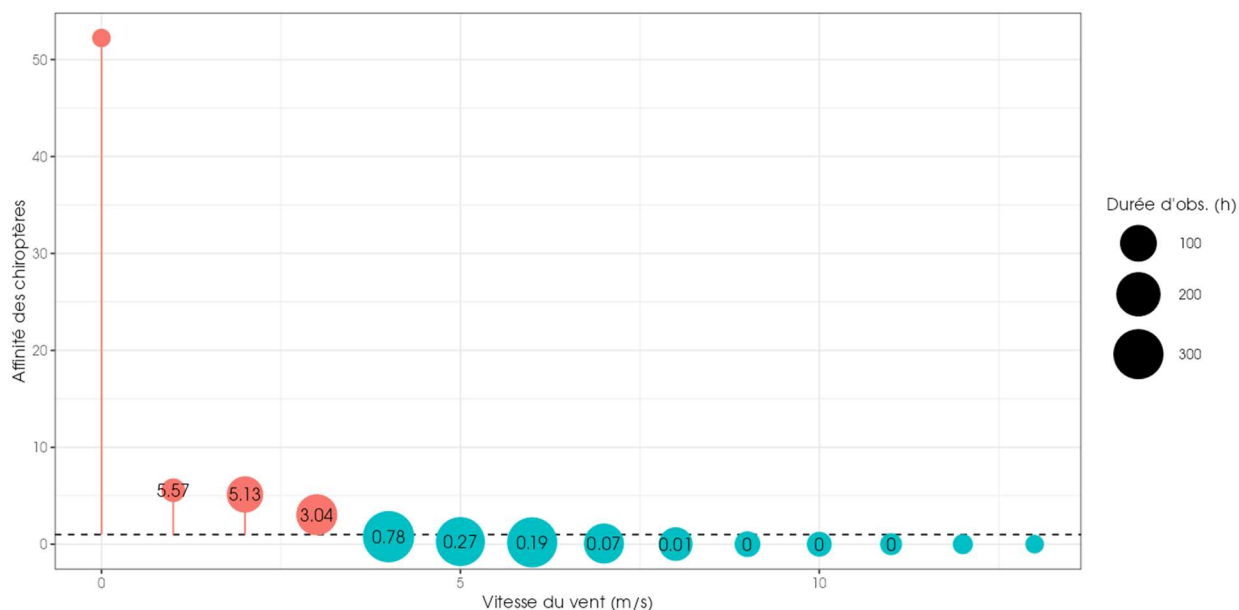


Figure 48 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K2 du parc de Kernebet

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la vitesse du vent (mesurée à 70 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 4,6 m/s ;
- 75% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures 3,6 m/s ;
- 50% de l'activité en altitude a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 2,8 m/s.

2.1.6.2.2. Activité en fonction de la température (°C) mesurée à 70 m

Au cours de la période d'analyse qui s'étend de mars à octobre 2025, les instruments de mesure installés sur la nacelle de l'éolienne K2 ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages de températures allant de 11 et 24°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 (70 m) et durant les 158 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.

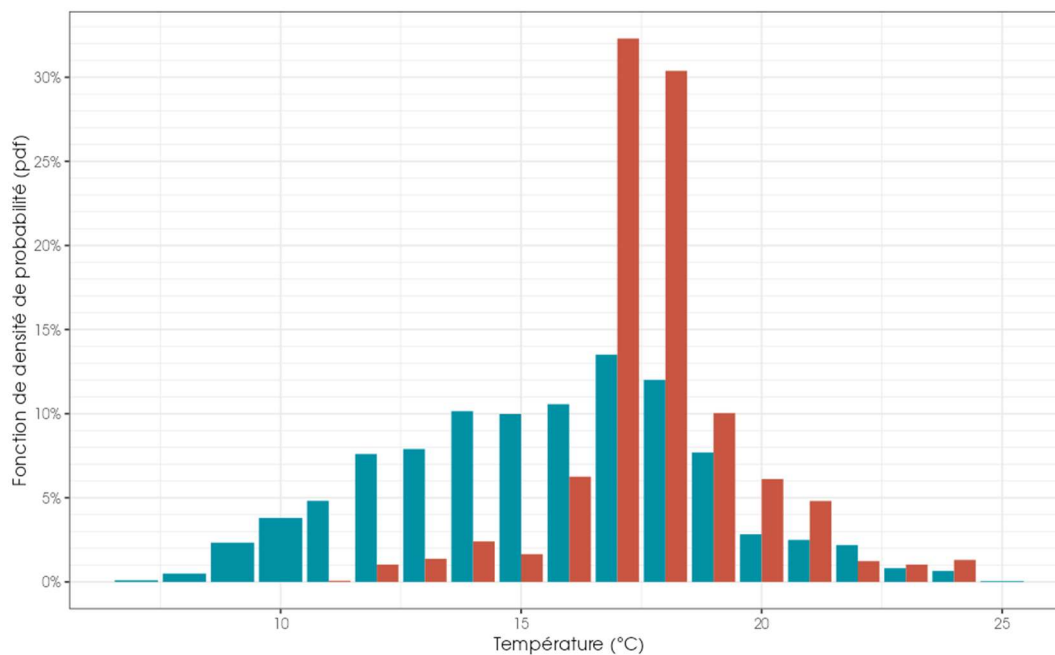


Figure 49 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K2 du parc de Kernebet

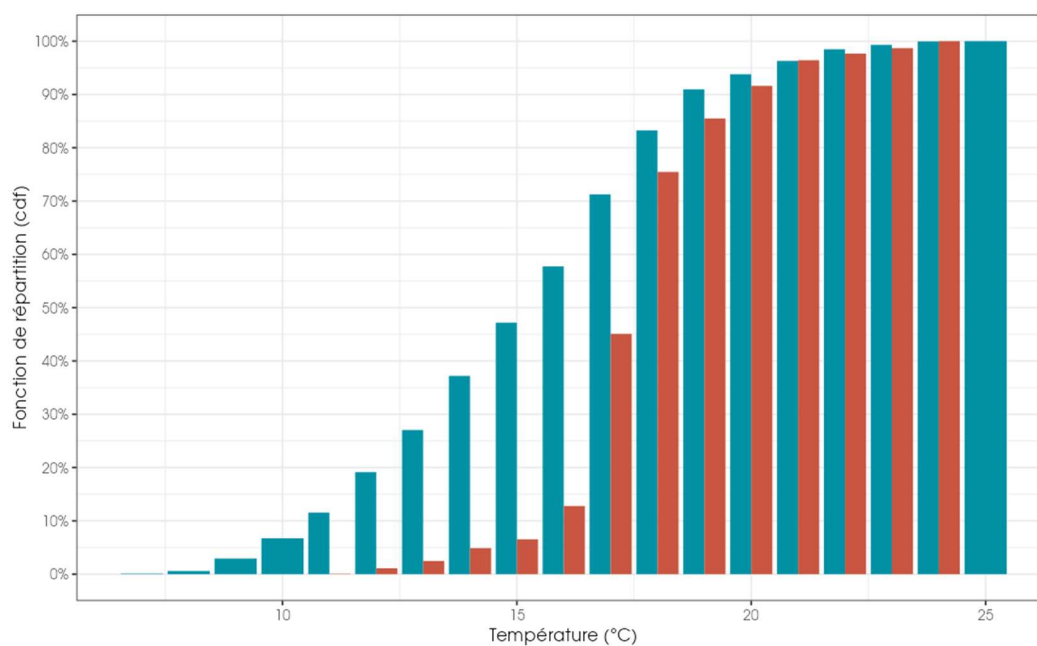


Figure 50 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K2 du parc de Kernebet

Les graphiques montrent que :

- Toutes espèces confondues et à une altitude de 70 m, la proportion de contacts de chauves-souris en fonction de la température est plus importante pour des tranches de température au-dessus de 15°C ;
- Les chauves-souris utilisent globalement les conditions disponibles au-dessus de 11°C.

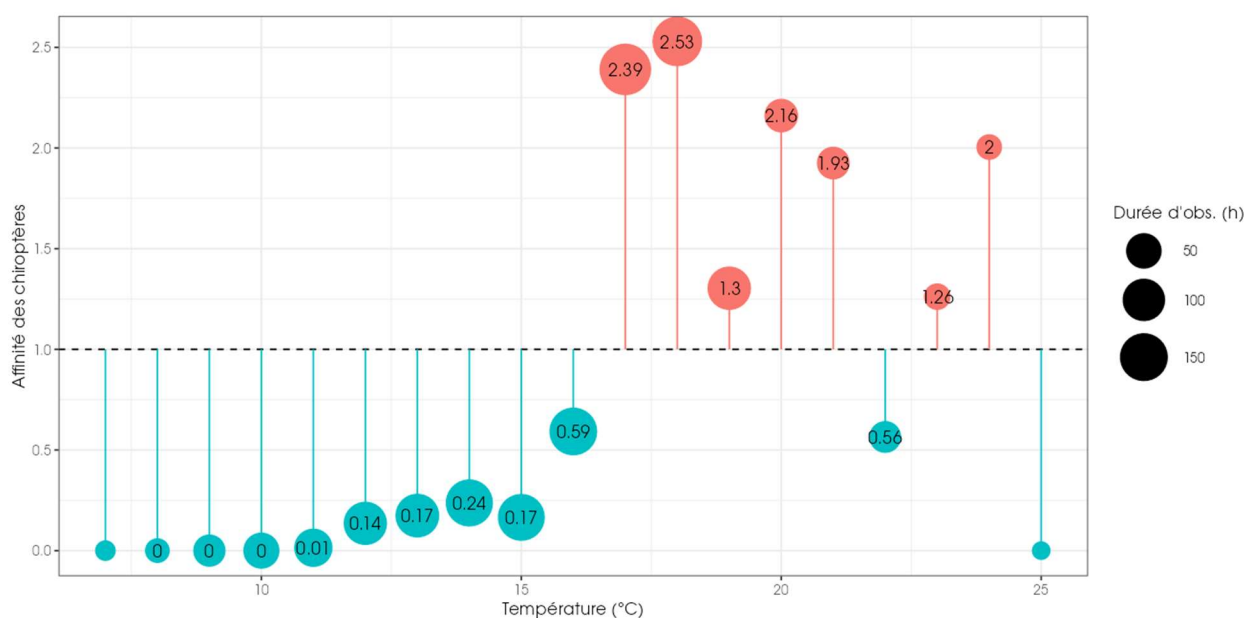
Le tableau suivant liste les températures au-dessus desquelles des proportions ciblées des contacts (toutes espèces confondues) ont été obtenues, pour l'ensemble des données en altitude.

Tableau 23 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane au niveau de K2 en fonction de la température

Contacts au-dessus de la médiane	Température (en °C à 70 m) au-dessus de laquelle les pourcentages ciblés de contacts ont été obtenus					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Toutes les périodes	18,0°C	17,0°C	17,0°C	16,0°C	15,0°C	12,0°C
Période printanière (mars à mai)	16,0°C	14,0°C	13,0°C	13,0°C	12,0°C	12,0°C
Période estivale (juin à août)	19,0°C	18,0°C	18,0°C	18,0°C	17,0°C	17,0°C
Période automnale (septembre à octobre)	17,0°C	17,0°C	17,0°C	17,0°C	16,0°C	15,0°C

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 16°C.

**Figure 51 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne au niveau de K2, pour les contacts enregistrés en altitude (70 m)**

L'ensemble de l'activité en altitude, recensée pour chaque espèce en fonction de la température (mesurée à 70 m), permet de tirer les informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été enregistrée à des températures supérieures à 16°C ;
- 75% de l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 17°C ;
- 50% l'activité en altitude a été enregistrée à des températures supérieures à 18°C.

2.1.6.2.3. 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.

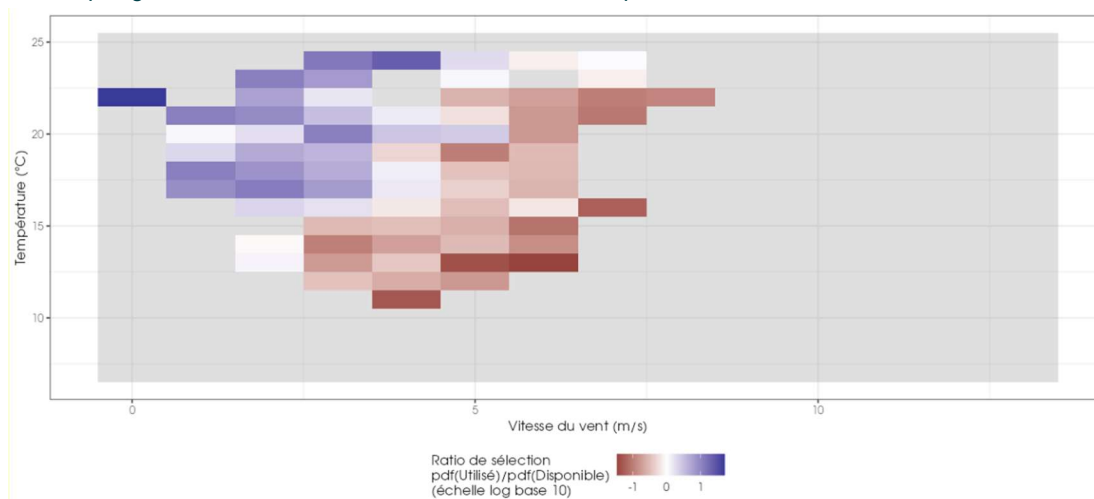


Figure 52 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris au niveau de K2 (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 70 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris

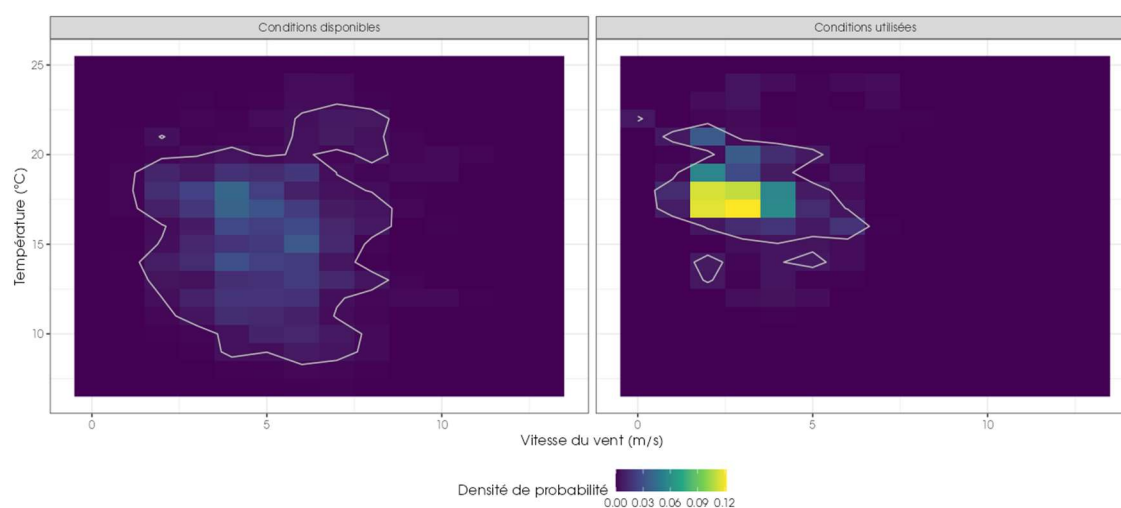


Figure 53 : Météorologie enregistrée sur les capteurs, à gauche - Conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris, à droite. L'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le parc de Kernebet 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 11 et 24°C et de vitesses de vent comprises entre 0 et 8 m/s.

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

2.1.7 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 en période automnale.

Deux dispositifs d'enregistrement automatiques (SMART) équipés de micros ont été placés à 70 m au sein des nacelles des éoliennes K4 et K2 du parc éolien de Kernebet dans le Finistère (29), en 2025. Ils ont permis d'enregistrer l'activité des chauves-souris entre le 8 mars et le 31 octobre 2025.

Au total, 25 792 contacts ont été enregistrés sur 142 nuits au niveau de l'éolienne K4, correspondant à 2 645 minutes positives, tandis que 12 561 contacts ont été relevés sur 158 nuits au niveau de l'éolienne K2, représentant 1 689 minutes positives.

Les enregistrements indiquent la présence de neuf espèces de chauves-souris représentant 40% des 22 espèces présentes dans la région Bretagne. Sur ces neuf espèces, huit espèces et 2 groupes d'espèces ont été observés au niveau de l'éolienne K2, tandis que sept espèces et deux groupes d'espèce ont été contactés au niveau de l'éolienne K4.

Il s'agit d'une diversité moyenne considérant que les enregistrements ont été réalisés en altitude. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude.

Sur la période de mars à octobre 2025, l'activité des chauves-souris en altitude au niveau de K4 et K2 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 78,8 % des minutes positives enregistrées sur l'éolienne K4 et 59,43 % sur K2. Son activité est forte au printemps sur K4 et très forte sur le reste des périodes sur les deux éoliennes. L'espèce est très présente certaines nuits consécutives début octobre. Cette récurrence et son activité tout au long de ces nuits, ainsi que la présence de plusieurs individus simultanément démontrent la présence d'un gîte en période de transit automnale à proximité de l'éolienne K2 et K4.
- Le groupe des sérotules (Sérotine commune, Noctule de Leisler et Noctule commune) arrive en seconde position, avec 10,55 % des minutes positives enregistrées sur l'éolienne K4 et 11,2 % sur K2. Parmi celles-ci :
 - Les contacts indéterminés représentent 3,1 % des minutes positives sur K4, avec une activité évoluant d'un niveau moyen à très fort entre le printemps et l'été, avant de devenir faible en automne. Sur K2, ces contacts indéterminés comptent pour 1,96 %, avec une activité faible à moyenne tout au long de la période allant du printemps à l'automne.
 - La Sérotine commune est identifiée avec certitude dans 7,3 % des minutes positives sur K4, où son activité passe de très forte au printemps à moyenne en automne. Sur K2, elle est plus présente (9,1 % des minutes positives), avec une activité très forte au printemps et en été.
 - La Noctule de Leisler est détectée dans 0,19 % des minutes positives sur K4, affichant une activité très forte au printemps et moyenne en automne. Sur K2, elle représente 0,10 % des minutes positives, avec une activité moyenne uniquement en automne.
 - La Noctule commune est très peu présente, avec 0,04 % des minutes positives sur K4 et une activité faible en automne. Sur K2, elle est légèrement plus détectée (0,05 %), mais son activité reste faible en automne.
- **La paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius arrive en troisième position**, avec 10,6% des minutes positives sur K4 et 18,29 % sur K2, avec une activité passant de forte à très forte entre le printemps et l'automne. La Pipistrelle de Nathusius a été identifiée avec certitude dans 2 % des minutes positives sur K4, où son activité évolue de forte à très forte entre le printemps et l'automne. Sur K2, elle est bien plus présente (13,8 % des minutes positives), avec une activité très forte au printemps, puis moyenne à forte entre l'été et l'automne. En revanche, la Pipistrelle de Kuhl a été identifiée avec certitude dans 0,8 % des minutes positives sur K4 avec une activité forte au printemps et en automne, et très forte en été. Sur K2, elle représente 2 % des minutes positives, avec une activité moyenne à très forte tout au long de la période allant du printemps à l'automne.
- Les autres espèces sont nettement moins fréquentes. L'Oreillard roux et la Barbastelle d'Europe sont exclusivement détectés sur K2 et absents sur K4. Le Murin de Natterer, identifié sur K4 et n'a pas été observé sur K2. Enfin, le groupe des petits murins est présent uniquement sur K2. Aucune de ces espèces ne dépasse 0,4 % des minutes positives sur l'une ou l'autre des éoliennes.

Les tendances phénologiques semblent indiquer une activité plus élevée en octobre pour les deux éoliennes. Pour l'éolienne K4, cette augmentation d'activité est liée à une activité plus importante de la Pipistrelle commune durant ce mois. Au niveau de l'éolienne K2, cette augmentation d'activité est liée à une activité plus importante de la Pipistrelle commune mais aussi à la paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius durant ce mois. Cette activité pourrait être associée à la migration des Pipistrelles de Nathusius et à la dispersion des Pipistrelles

communes et des Pipistrelles de Kuhl. Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en juin et en octobre.

L'activité en altitude en période automnale est généralement importante sur la première partie de nuit et diminue ensuite progressivement pour les deux éoliennes. On observe toutefois plus nettement que l'activité peut remonter voire être aussi importante en fin de nuit qu'en début de nuit à certaines périodes de l'année. Ceci est notamment visible au niveau du diagrammes représentant l'activité horaire sur le mois d'octobre pour K4 et K2 et sur les mois de mars à avril ainsi que septembre pour K2 qui peut indiquer la présence potentielle de gîte à proximité.

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

- Pour K4 :
 - 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 5,8 m/s ;
 - 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été enregistrée à des températures supérieures à 13,1°C.
- Pour K2
 - 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été obtenue à des vitesses de vent inférieures à 4,6 m/s ;
 - 90% de l'activité en altitude (considérée à risque) a été enregistrée à des températures supérieures à 16°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, 14 cadavres ont été trouvés au sein du parc éolien de Kernebet, dont 9 oiseaux (7 espèces) et 5 chauves-souris (2 espèces) entre le 7 mai et le 21 octobre 2025.

Parmi l'avifaune :

- Deux Pigeon ramier (*Columbus palumbus*) ont été retrouvés sous l'éolienne K4 le 8 avril (cause inconnue) et le 22 juillet (prédation),
- Un Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*) a été retrouvé sous K4 le 7 mai (collision avec pale),
- Deux Martinet noir (*Apus apus*) ont été retrouvés sous K2 le 24 juin (collision avec pale) et le 22 juillet (barotraumatisme),
- Un Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*) a été retrouvé sous K2 le 13 mai (collision avec pale),
- Un Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) a été retrouvé sous K6 le 7 mai (cause inconnue),
- Une Buse variable (*Buteo buteo*) a été retrouvée sous K3 le 7 octobre (charronnage post-collision),
- Un Bruant jaune (*Emberiza citrinella*) a été retrouvé sous K2 le 9 septembre (collision avec pale).

Quant aux chiroptères :

- Deux Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ont été retrouvées sous l'éolienne K6 le 12 août (collision avec pale) et le 21 octobre (collision avec pale),
- Deux Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ont été retrouvées sous l'éolienne K3 le 1 juillet (collision avec pale) et le 5 août (barotraumatisme),
- Une Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) a été retrouvée sous K3 le 12 août (collision avec pale).

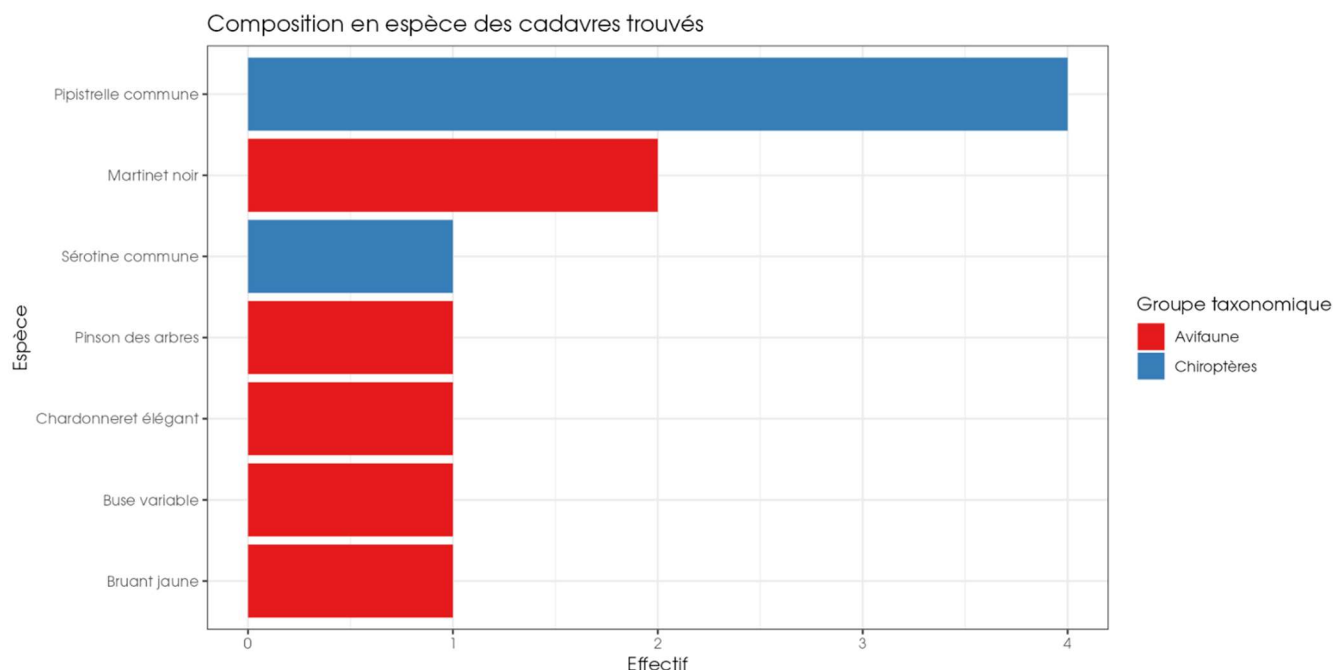


Figure 54 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Kernebet

*Pipistrelle commune**Martinet noir**Sérotine commune**Pinson des arbres**Chardonneret élégant**Buse variable**Bruant jaune*

Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. © Biotope

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les mortalités aviaires ont été observées en mai et en juin correspondant à la reproduction et à la nidification, ainsi qu'en juillet, moment où les juvéniles prennent leur envol. Enfin, des mortalités ont également été relevées en septembre et en octobre, coïncidant avec la migration postnuptiale des oiseaux.
- Les mortalités chez les chiroptères ont été observées en juillet, lors de la période de mise bas et d'élevage des jeunes, en août, à la fin de cette phase et au début de l'envol des jeunes, puis en octobre, pendant leur transit automnal.

Onze des quatorze individus découverts sont morts par barotraumatisme et/ou par collision avec les pales soit 79% des individus dont la mort est imputable aux éoliennes

En effet, aucune certitude n'a pu être établie quant à la cause du décès d'un des 2 Pigeon ramier, seules des plumes dispersées — avec leur base intacte — ayant été retrouvées sur place. En l'absence d'autre indice, il n'est pas possible d'attribuer avec certitude une cause imputable aux éoliennes. De même, pour le Canard colvert, seul le bec a été retrouvé, ne permettant pas de conclure à une mortalité imputable aux éoliennes ou à une prédation. Enfin, la mort du deuxième Pigeon ramier est très probablement liée à une prédation par un mammifère terrestre.

Ainsi ces deux espèces d'oiseaux (3 individus) ne seront pas intégrées dans l'estimation de la mortalité du parc de Kernebet et ne seront plus mentionnés dans la suite du rapport.

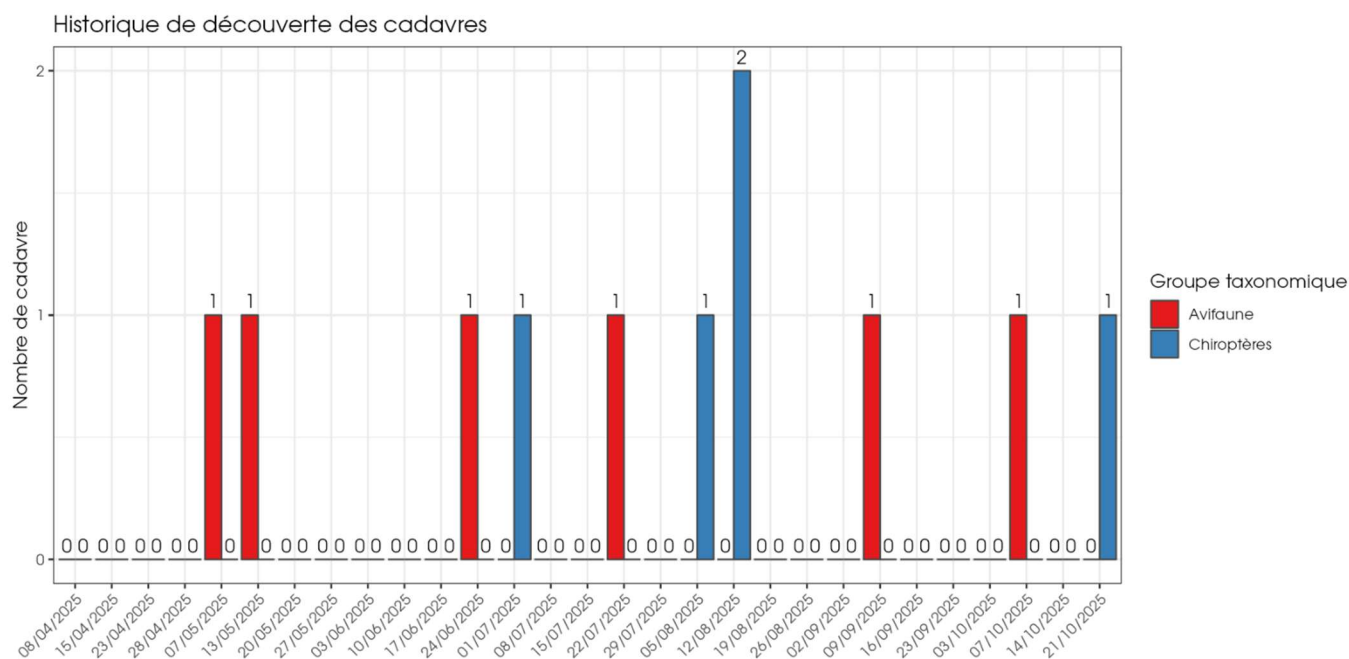


Figure 55 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Kernebet dont la cause de mortalité est imputable aux éoliennes

2.2.1.1 Suivi par éolienne

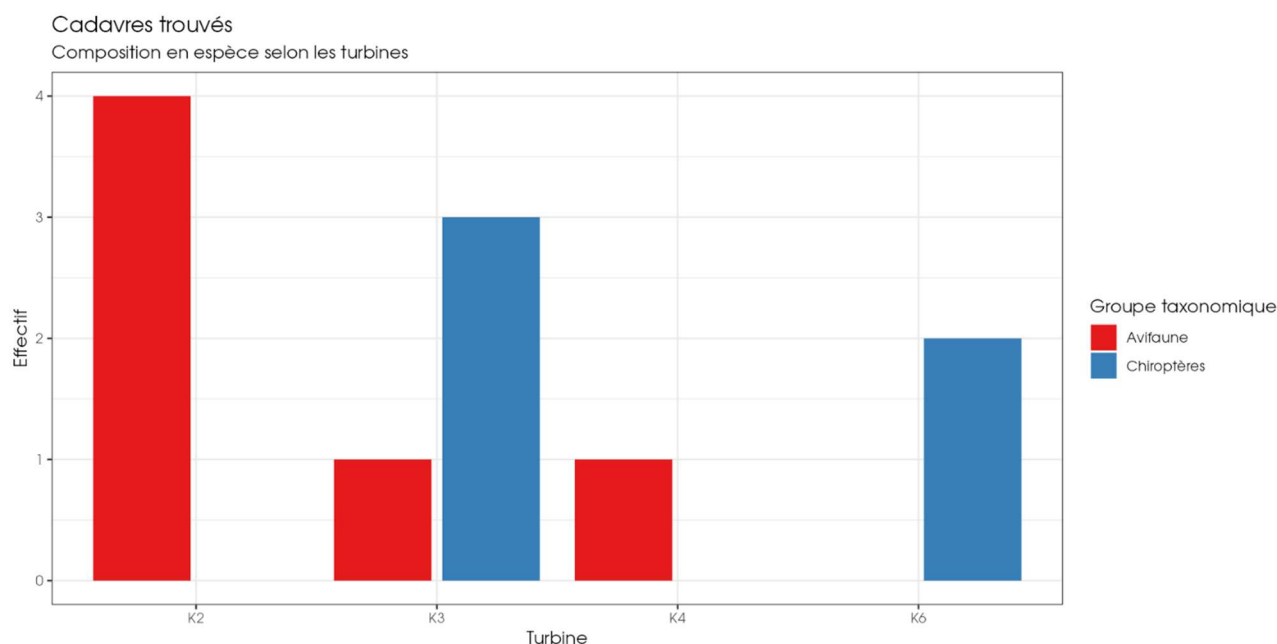


Figure 56 : Nombre de cadavres découverts par éolienne

L'éolienne K2 présente quatre cas de mortalité pour l'avifaune, ce qui fait d'elle la plus mortifère pour les oiseaux. L'éolienne K6, quant-à-elle présente deux cas de mortalité pour les chiroptères. L'éolienne K3 est la plus mortifère pour les chiroptères avec trois cas de mortalité, s'ajoute à cela un des cas de mortalité pour l'avifaune. Enfin celle qui présente le moins de mortalité est K4 avec une mortalité pour l'avifaune. La majorité des cadavres appartient au groupe des oiseaux (6 individus). Les éoliennes K2 et K3 (dans une moindre mesure) semblent avoir un impact plus marqué que les autres machines sur la base des résultats bruts.

2.2.1.2 Répartition spatiale des observations

Les onze cadavres n'ont pas été retrouvés sur toutes les distances prospectées. En effet, trois cadavres ont été retrouvés entre 0 et 3 mètres du mât et les autres entre 23 et 37 mètres du mât. Aucune différence n'a été observée entre l'avifaune et les chiroptères concernant ces distances.

D'une manière générale, les cadavres de l'avifaune sont tous observés au nord des éoliennes. En revanche, la majorité des chiroptères est retrouvée au sud, à l'exception d'un seul cas, localisé au nord-est.

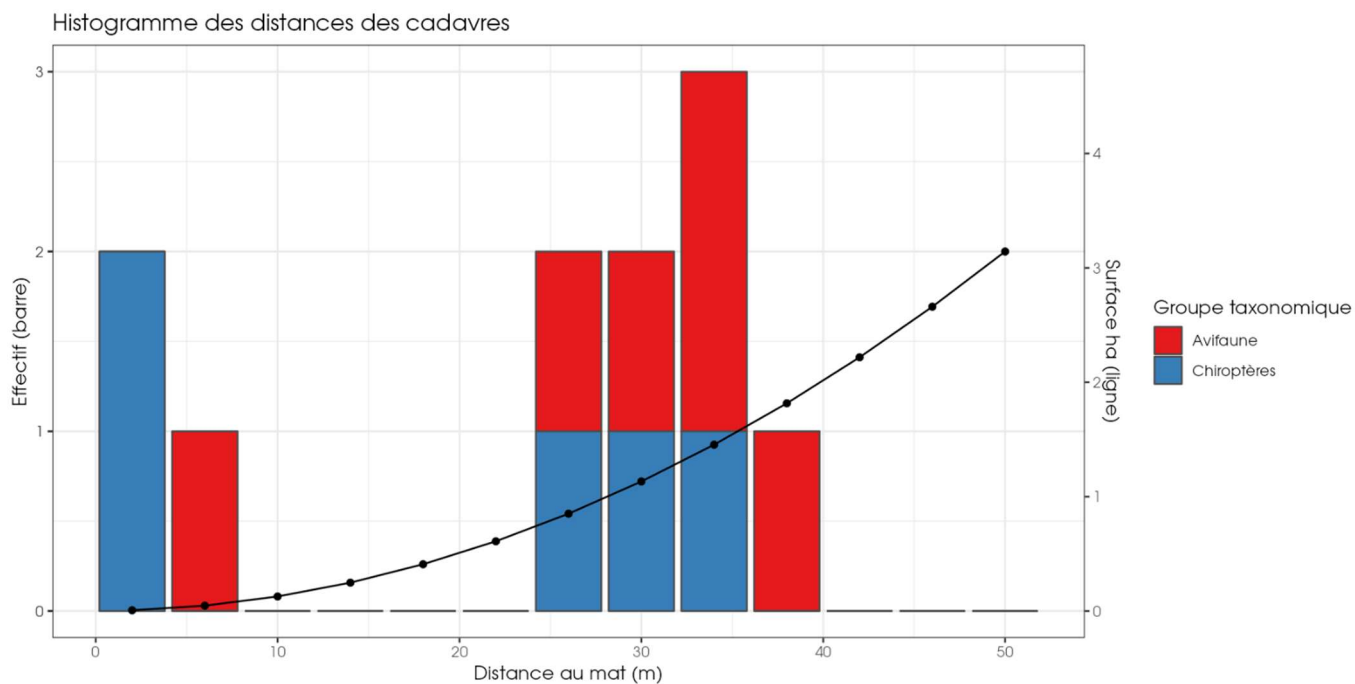


Figure 57 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Kernebet. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.

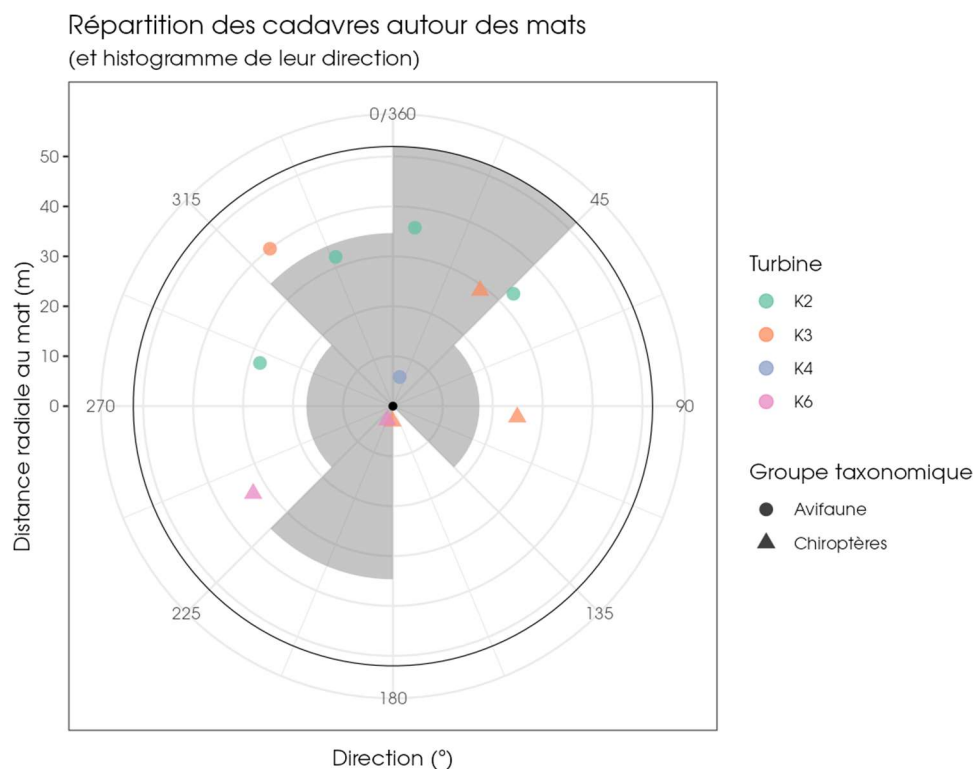


Figure 58 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation. Le cercle noir correspond au rayon de prospection maximale de la zone échantillonnée.

2.2.1.3 Description des oiseaux retrouvés

Six individus répartis au sein de cinq espèces ont été retrouvés et identifiés sous les éoliennes du parc de Kernebet : le **Bruant jaune** (1 individu), le **Chardonneret élégant** (1 individu), le **Pinson des arbres** (1 individu), le **Martinet noir** (2 individus) et la **Buse variable** (1 individu).

Référentiel mortalité brute Biotope

À titre de comparaison, Biotope a mis à jour en 2025 son « **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 2024. Ce référentiel permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles au collision/barotraumatisme à l'échelle nationale.

Parmi les cadavres retrouvés sur le parc de Kernebet, le Martinet noir est l'espèce la plus sensible aux éoliennes à l'échelle nationale de Biotope suivi de la Buse variable (4^{ème} rang).

Référentiel mortalité brute Dürr

De la même manière, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr (mise à jour le 26 février 2025) sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien en Europe permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles au collision/barotraumatisme à l'échelle européenne (base de données compilant des informations fournies de façon volontaire).

Parmi les cadavres retrouvés sur le parc de Kernebet, la Buse variable est la plus sensible aux éoliennes à l'échelle européenne, elle se classe au 4^{ème} rang en France et au 1^{er} rang en Allemagne. Le Martinet noir, quant à lui, il est la sixième espèce la plus sensible à l'échelle européenne, il se classe au 1^{er} rang en France.

Le Pinson des arbres, le Chardonneret élégant et le Bruant jaune sont moins sensibles aux éoliennes, ils ne dépassent pas le 24^{ème} rang que ça soit à l'échelle européenne, en France ou d'en d'autres pays.

Tableau 24 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 26/02/2025 ; Dürr, 2025) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope (mis à jour en septembre 2025) 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	A	BE	D	E	NL	PT	Rang Kernebet
Martinet noir	6 (792)	1 (492)	1 (110)	7 (14)	17 (4)	7 (171)	13 (75)	17 (5)	7 (18)	1 (2)
Pinson des arbres	40 (101)	24 (54)	30 (6)	-	-	36 (17)	30 (24)	-	-	2 (1)
Buse variable	2 (1283)	4 (368)	4 (78)	6 (15)	18 (3)	1 (809)	26 (31)	21 (1)	8 (13)	2 (1)
Chardonneret élégant	56 (50)	47 (7)	61 (1)	-	-	47 (4)	23 (36)	21 (1)	18 (1)	2 (1)
Bruant jaune	47 (80)	32 (36)	28 (7)	-	-	34 (35)	43 (6)	-	-	2 (1)

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = République tchèque, D = Allemagne, E = Espagne, EST = Estonie, F = Finlande, FR = France, GR = Grèce, IT = Italie, LV = Lettonie, NL = Hollande, N = Norvège, PT = Portugal, PL = Pologne, RO = Roumanie, S = Suède, UK = Royaume-Uni

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2016, on constate que toutes les espèces ont été contactées lors de l'état initial et traitées dans cette étude.

2.2.1.3.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 25 présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le parc de Kernebet à l'échelle régionale, française et européenne.

Le Bruant jaune est classé comme vulnérable sur la liste rouge française et considéré comme quasi-menacé en Bretagne. Le Chardonneret élégant, quant à lui, est répertorié comme vulnérable dans les deux listes rouges. Enfin, le Martinet noir est classé comme quasi-menacé à la fois sur les listes rouges européenne et française.

Tableau 25 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Kernebet

Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France nicheur (2016)	Liste rouge nicheur Bretagne (2021)	Liste rouge migrateur Bretagne (2015)
Bruant jaune	Article 3		LC	VU	NT	NA
Buse variable	Article 3		LC	LC	LC	DD
Chardonneret élégant	Article 3		LC	VU	VU	CC
Martinet noir	Article 3		NT	NT	LC	DD
Pinson des arbres	Article 3		LC	LC	LC	DD

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

Listes rouges

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

2.2.1.1 Description des chauves-souris retrouvées

Cinq individus répartis au sein de deux espèces ont été retrouvés morts sur le parc de Kernebet : **la Pipistrelle commune** (4 individus) **et la Sérotine commune** (1 individu).

Ces 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).

Référentiel mortalité brute Biotope

On constate que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus fréquemment observées en France. En effet, sur les 12 espèces ou groupes d'espèces comptabilisés dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elle fait partie des 5 espèces les plus découvertes en Métropole, avec le 1^{er} rang. La Sérotine commune se situe respectivement au 8^{ème} rang de notre référentiel de mortalité brute.

Référentiel mortalité brute Dürr

De la même manière, la synthèse de données disponibles de Tobias Dürr (mise à jour le 26 février 2025) sur les cadavres de chauves-souris relate que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus sensible à l'éolien en Europe. Est également l'espèce la plus sensible en France, en Belgique, en Allemagne, en Espagne et au Portugal. La Sérotine commune est la 9^{ème} espèce la plus sensible à l'éolien en Europe et elle est au 7^{ème} rang en France et en Allemagne.

Tableau 26 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 26/02/2025) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope (mis à jour en septembre 2025) pour des chiroptères impactés par les parcs éoliens en Europe et en France métropolitaine.
Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut.

Espèce/ Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotop e	A	BE	CR	D	ES	PT	Rang Kerneb et (effectif)
Pipistrelle commune	1 (3643)	1 (2133)	1 (411)	4 (2)	1 (30)	5 (5)	3 (820)	1 (211)	1 (323)	1 (4)
Sérotine commune	9 (173)	7 (79)	8 (9)	5 (1)	-	-	7 (73)	9 (2)	-	2 (1)

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = République tchèque, D = Allemagne, ES = Espagne, EST = Estonie, F = Finlande, FR = France, GR = Grèce, IT = Italie, LV = Lettonie, NL = Hollande, N = Norvège, P = Portugal, PL = Pologne, RO = Roumanie, S = Suède, UK = Royaume-Uni

Les bases de données observationnelles de Biotope et Tobias Dürr permettent des comparaisons mais présentent des limites car elles ne prennent pas en compte l'effort de prospection et ne reflètent pas la mortalité réelle. Concernant la base de données de Tobias Dürr, les données sont partielles et proviennent d'une faible proportion de parcs français et restent donc non exhaustives. Cependant cette base européenne est une des plus détaillée à ce jour en Europe et est complétée à l'échelle métropolitaine par le référentiel de mortalité brute réalisé par Biotope.

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2016, on constate que toutes les espèces ont été contactées lors de l'état initial et traitées dans cette étude.

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 2014, mais identifiés dans le suivi acoustique de 2025 comme la Noctule de Leisler et la Noctule commune.

La Pipistrelle commune fait 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 27 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le parc de Kernebet à l'échelle de la France et de l'Europe. Toutes les espèces contactées sont strictement protégées en France et dans l'Union Européenne.

La Pipistrelle commune et la Sérotine commune sont toutes les deux inscrites à l'annexe IV de la directive Habitats et classées quasi-menacées sur la liste rouge française.

Tableau 27 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Kernebet

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

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

2.2.1.1 Evaluation de tendance à travers les quantiles de mortalité brute

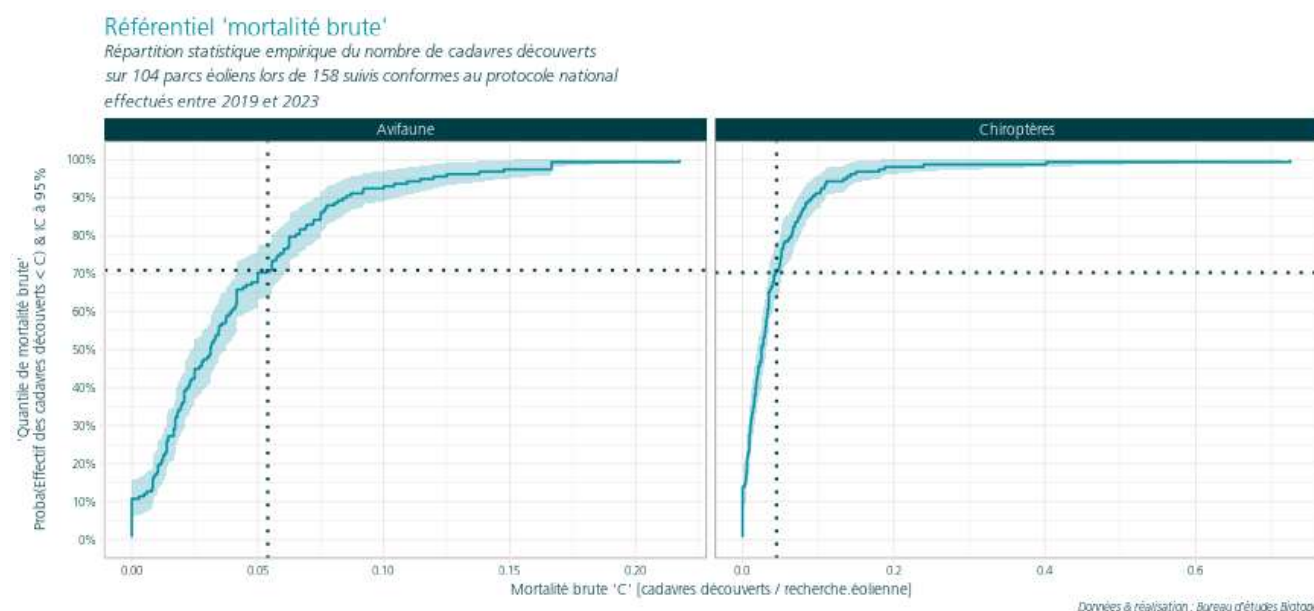


Figure 59 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute de votre parc à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2023).

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 Kernebet, il a été observé un total de 6 cadavres d'oiseaux et 5 cadavres de chiroptères. Pendant le suivi, quatre éoliennes ont été suivies durant 29 passages. Cela conduit à une mortalité brute 'C' de 0,054 cadavres par recherche.éolienne pour les oiseaux et de 0,045 cadavres par recherche.éolienne pour les chiroptères.

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité brute de 71% pour les oiseaux et de 70% pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité brute du parc de Kernebet est parmi les 30% les plus élevés du référentiel pour les chiroptères et 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 significativité potentielle de l'impact du parc de Kernebet sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.

Une « **recherche.éolienne** » se rapporte à la notion d'effort d'échantillon, couramment utilisée en écologie. Elle se calcule en multipliant le nombre d'éoliennes prospectées par le nombre de passage réalisé lors du suivi. En divisant le nombre de cadavre par cette mesure, nous pouvons nous positionner sur une même échelle de comparaison de mortalité brute, quelle que soit la différence de prospection entre les parcs. Cette mesure permet donc de rendre la mortalité brute comparable entre parcs, compte tenu de la différence d'effort d'échantillonnage.

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 évolution de l'occupation du sol modérée (cf. Tableau 28, Figure 60 et Figure 61). 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 28 : 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 (29 passages). Les zones en blanc représentent occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).

Milieux	K2	K4	K4	K6	Total
Adventices	/	17,56%	0,31%	17,05%	8,73%
Autres	0,20%	/	/	/	0,05%
Blé	/	43,90%	0,48%	/	11,10%
Boisement	4,50%	/	1,65%	/	1,54%
Chaume/Déchaume	/	23,41%	4,10%	14,21%	10,43%
Chemin	/	/	7,96%	4,93%	3,22%
Friche	/	/	2,85%	/	0,71%
Haie	/	/	8,32%	/	2,08%
Maïs	/	/	5,76%	45,47%	12,81%
Plateforme	13,08%	15,13%	13,29%	8,76%	12,56%
PM	72,86%	/	54,55%	/	31,85%
Semis	/	/	0,72%	5,68%	1,60%
Talus	9,36%	/	/	3,89%	3,31%
Total général	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

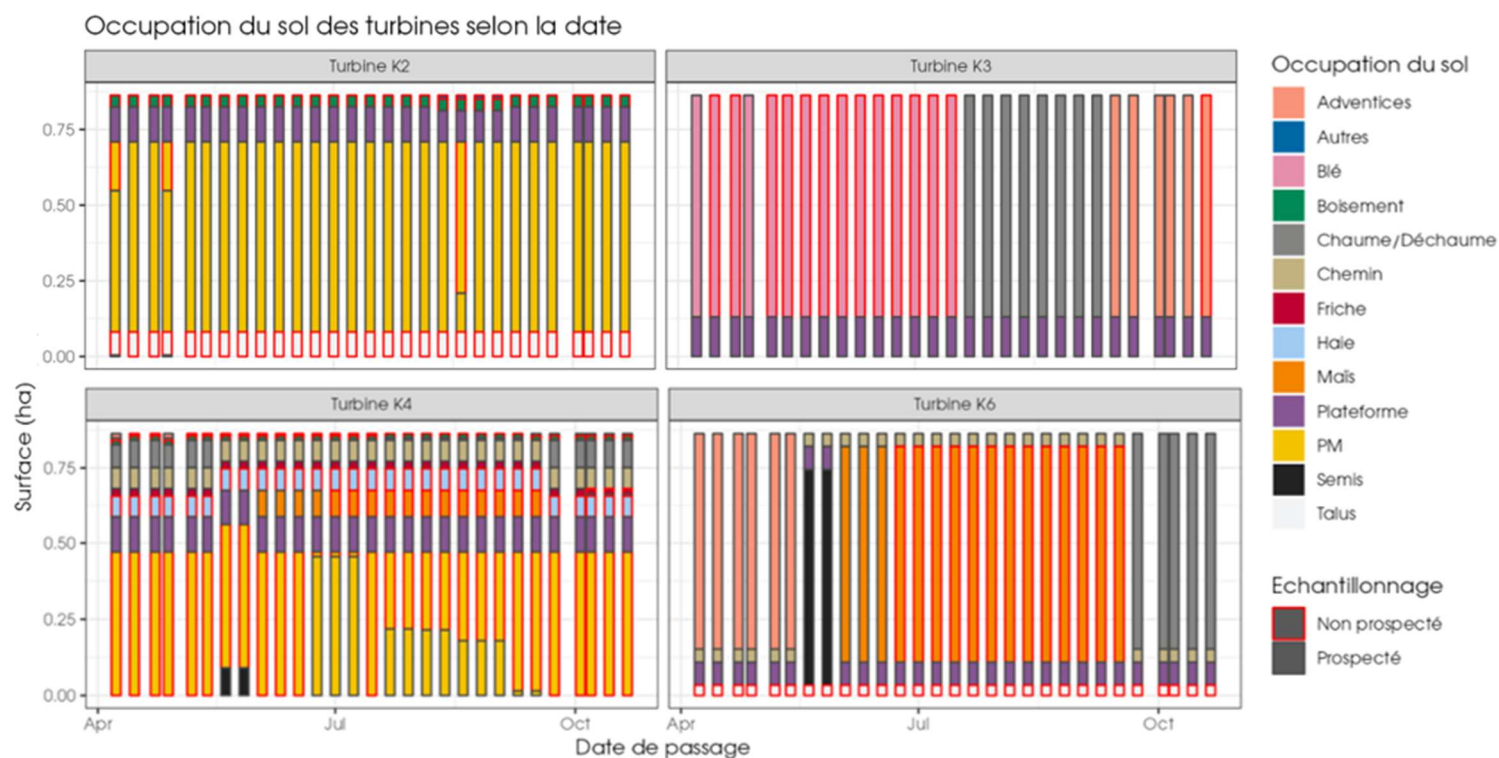
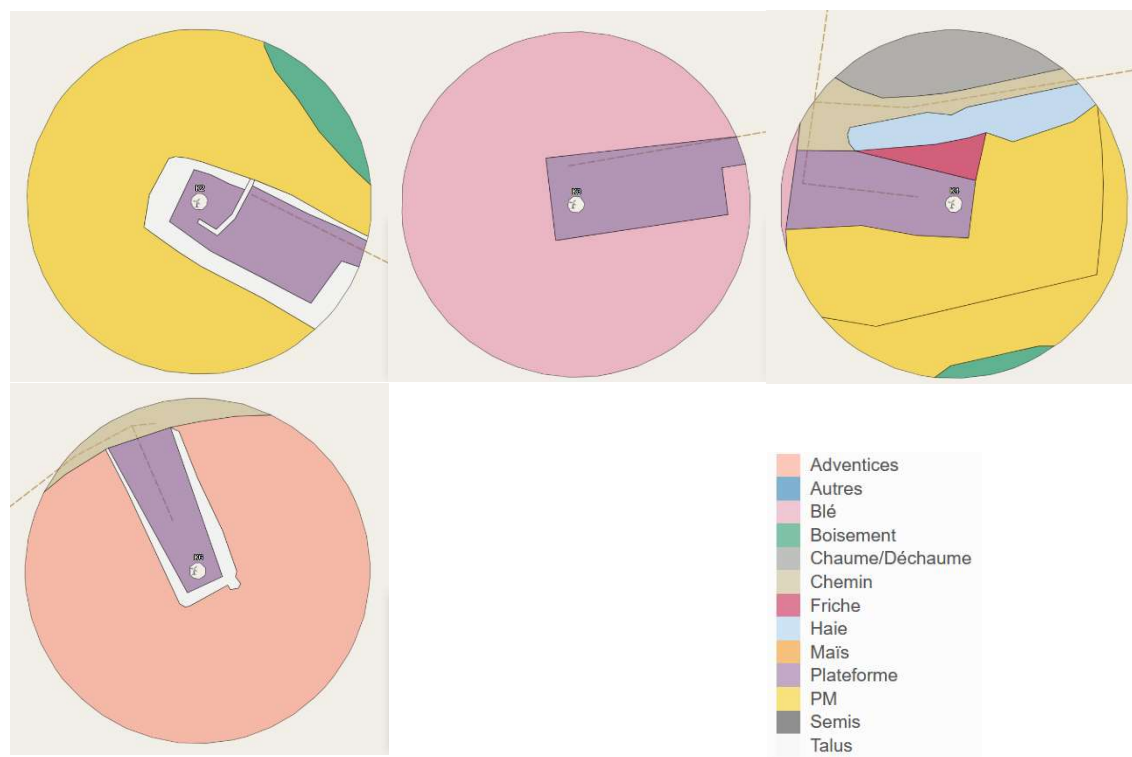


Figure 60 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi



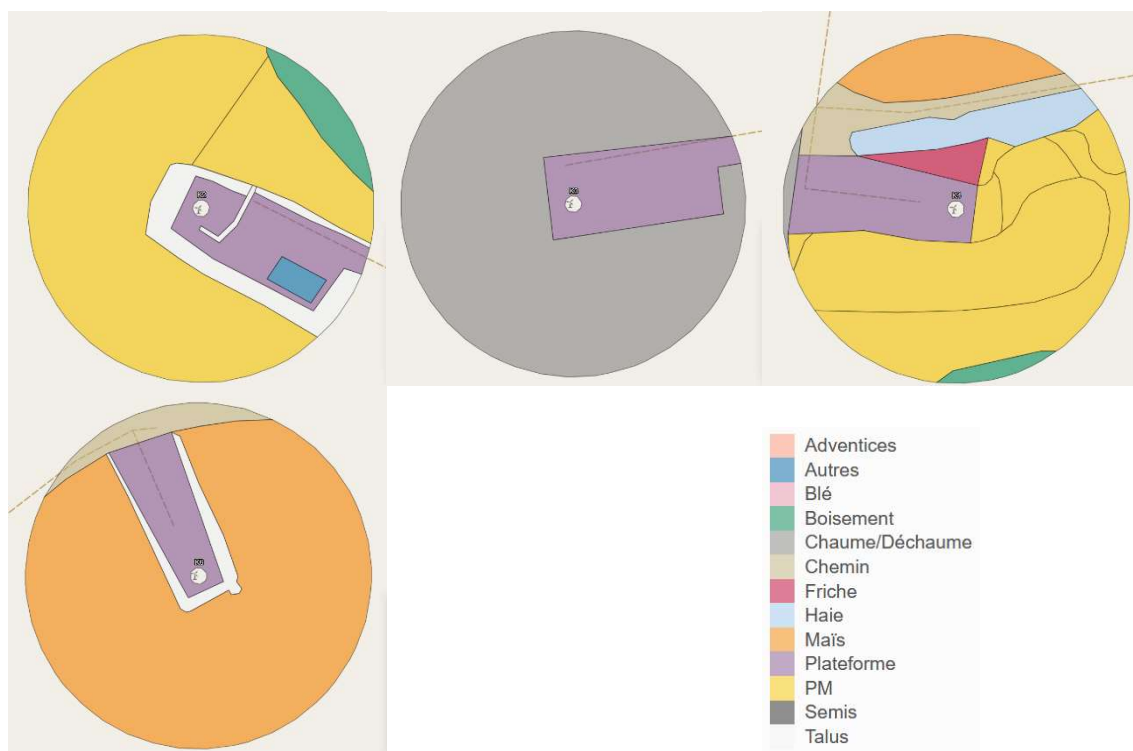


Figure 61 : Occupation du sol pour les éoliennes K2, K4, K4, K6 (de gauche à droite et de haut en bas) le 7 mai 2025 (premier passage en haut) et le 19 août 2025 (passage 20)

2.2.2.2 Évolution du taux de surface prospectée

Du fait principalement de l'évolution de la végétation, l'ensemble des surfaces n'a pas pu être prospecté tout au long du suivi. Ce taux de surface prospectée est variable dans le temps et différent pour chaque éolienne suivie. Pour l'éolienne K2, la prospection est restée assez forte tout au long du suivi, majoritairement au-dessus de 75% sauf pour 3 passages. L'éolienne K4 a été prospectée à 90 % la moitié du temps, et à moins de 25 % le reste. L'éolienne K4 a été prospectée entre 25 % et 50 % la plupart du temps, à l'exception de trois passages où le taux a dépassé 75 %. Enfin, l'éolienne K6 a été prospecté la majeure partie des passages à hauteur de 90%, tandis que le reste du temps, son taux de prospection était d'environ 10%.

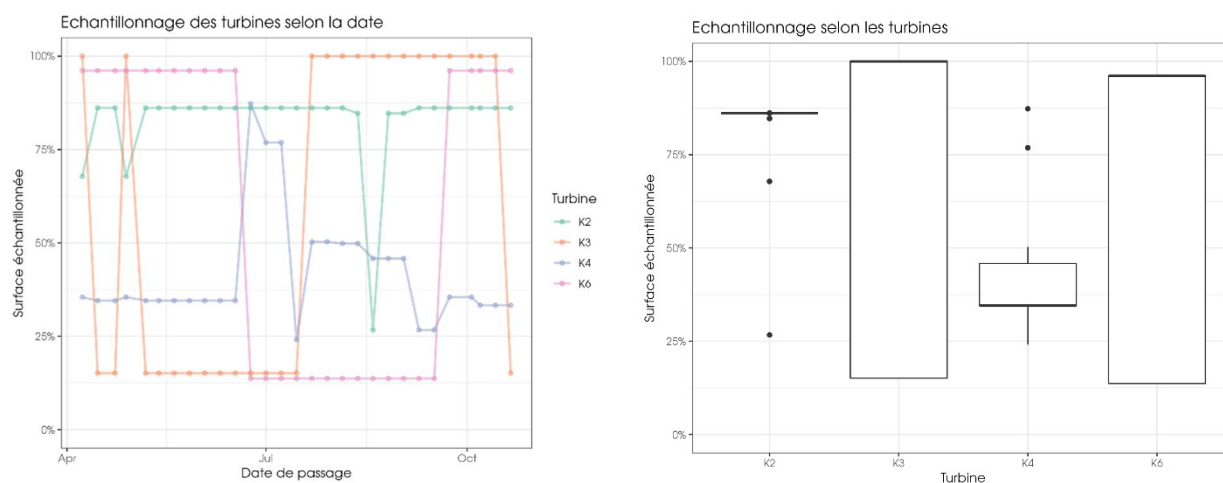


Figure 62 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. A gauche évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, à droite synthèse (boite à

moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 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 29). 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 moyens (allant de 0,42 à 0,83). Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 29 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 29 passages

	K2	K4	K4	K6
Quantile 2.5%	0,56	0,15	0,26	0,14
Premier quartile	0,86	0,15	0,35	0,14
Moyenne	0,83	0,59	0,42	0,59
Moyenne pondérée	0,83	0,57	0,42	0,58
Médiane	0,86	1,00	0,35	0,96
Troisième quartile	0,86	1,00	0,46	0,96
Quantile 97.5%	0,86	1,00	0,80	0,96

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 = 0.67) : « **Persistance ~ Turbid + 1** » en utilisant une famille de distribution « weibull ». Cela veut dire que la durée de persistance est variable entre les différentes éoliennes.

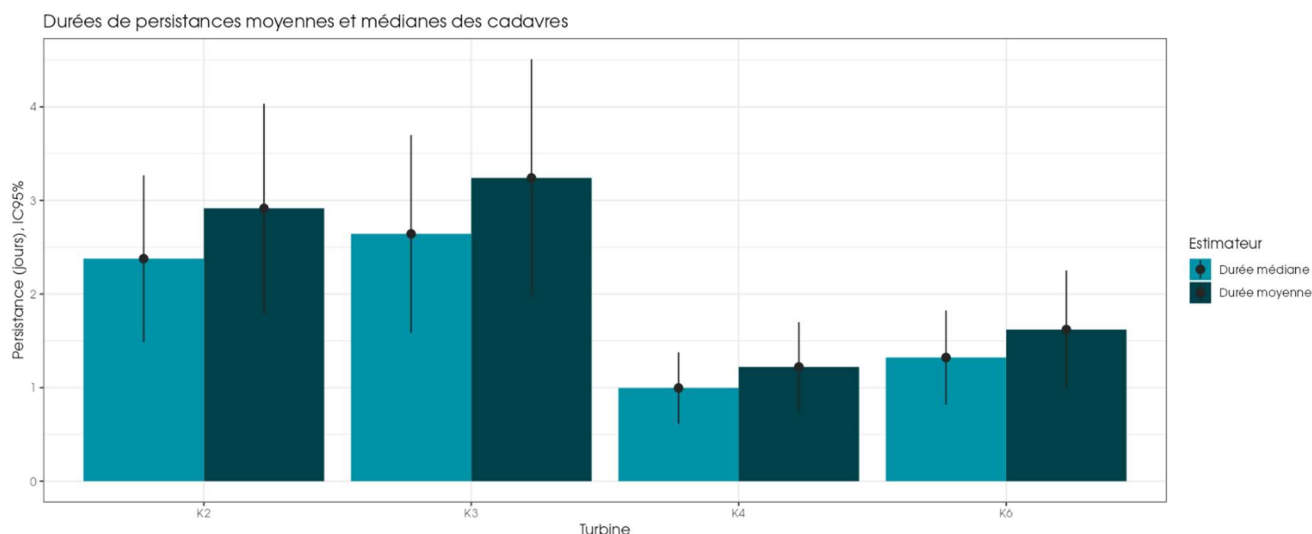


Figure 63 : Durées de persistance moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation

Nous pouvons discerner deux groupes d'éoliennes avec des durées de persistance relativement différentes. En effet, les deux premières éoliennes (K2 et K3) ont une durée de persistance moyenne autour des 3 jours, c'est-à-dire qu'un cadavre disparaît en moyenne après 3 jours. Les intervalles de confiance pour K2 et K3 montrent une plus grande variabilité ou incertitude dans l'estimation de la prédation. Au contraire, les deux autres éoliennes (K4 et K6) possèdent une durée de persistance plus faible, d'environ 1,5 jours. Les intervalles de confiance pour K4 et K6 montrent que l'évaluation de la prédation est assez bonne en illustre une incertitude modérée pour K6, voire faible pour K4 (Tableau 30 ; Figure 63).

Tableau 30 : 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.

	K2	K4	K4	K6
Résultats des tests de persistances				
Persistance moyenne (en jours)	2,9	3,2	1,2	1,6
Intervalle de confiance à 95%	[1,79 ; 4,03]	[1,97 ; 4,51]	[0,74 ; 1,69]	[0,99 ; 2,25]

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 d'une trop grande complexité. Nous avons donc sélectionné le modèle « **Trouve ~ Recou + TurbID + 1** » (AIC weight = 0,11 ; Delta AIC = 1,71) pour calculer les probabilités de détection pour tous les cas de figure de recouvrement de la végétation par éolienne rencontrés par l'observateur durant le suivi.

Tableau 31 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par éolienne pour tous les cas de figure de recouvrement de la végétation rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées à dire d'expert sont indiquées en gras.

Éolienne	Recouvrement de la végétation	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Éolienne	Recouvrement de la végétation	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
K2	0%	0,99 [0,95 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation	K4	10%	0,95 [0,86 ; 0,98]	/	Interpolation
K2	5%	0,99 [0,94 ; 1]	/	Interpolation	K4	15%	0,94 [0,85 ; 0,98]	0,92 [0,75 ; 1]	Estimation
K2	15%	0,99 [0,94 ; 1]	/	Interpolation	K4	20%	0,94 [0,84 ; 0,98]	/	Interpolation
K2	20%	0,99 [0,93 ; 1]	/	Interpolation	K4	25%	0,93 [0,83 ; 0,97]	/	Interpolation
K2	30%	0,98 [0,92 ; 1]	/	Interpolation	K4	30%	0,92 [0,82 ; 0,96]	1 [1 ; 1]	Estimation
K2	50%	0,97 [0,89 ; 0,99]	/	Interpolation	K4	40%	0,89 [0,79 ; 0,95]	/	Interpolation
K2	90%	0,9 [0,74 ; 0,97]	0,9 [0,8 ; 1]	Estimation	K4	50%	0,86 [0,75 ; 0,92]	0,93 [0,83 ; 1]	Estimation
K2	95%	0,89 [0,71 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Interpolation	K4	90%	0,65 [0,43 ; 0,82]	/	Interpolation
K4	0%	0,78 [0,56 ; 0,91]	0,64 [0,43 ; 0,86]	Estimation	K4	80%	0,71 [0,53 ; 0,84]	/	Interpolation
K4	5%	0,76 [0,53 ; 0,9]	1 [1 ; 1]	Estimation	K4	100%	0,58 [0,33 ; 0,79]	/	Extrapolation
K4	15%	0,7 [0,45 ; 0,87]	/	Interpolation	K6	0%	0,96 [0,87 ; 0,98]	/	Interpolation
K4	20%	0,67 [0,4 ; 0,85]	/	Interpolation	K6	5%	0,95 [0,86 ; 0,98]	0,83 [0,5 ; 1]	Estimation
K4	30%	0,6 [0,32 ; 0,82]	/	Interpolation	K6	15%	0,93 [0,83 ; 0,98]	/	Interpolation

K4	50%	0,45 [0,17 ; 0,76]	/	Interpolatio n	K6	20%	0,92 [0,8 ; 0,97]	0,97 [0,9 ; 1]	Estimation
K4	40%	0,52 [0,24 ; 0,79]	/	Interpolatio n	K6	30%	0,9 [0,75 ; 0,96]	0,85 [0,62 ; 1]	Estimation
K4	60%	0,38 [0,12 ; 0,73]	/	Interpolatio n	K6	25%	0,91 [0,78 ; 0,97]	/	Interpolatio n
K4	85%	0,22 [0,04 ; 0,65]	/	Interpolatio n	K6	35%	0,88 [0,72 ; 0,96]	/	Interpolatio n
K4	90%	0,2 [0,03 ; 0,64]	/	Interpolatio n	K6	50%	0,83 [0,6 ; 0,94]	/	Interpolatio n
K4	95%	0,18 [0,03 ; 0,62]	/	Interpolatio n	K6	90%	0,6 [0,22 ; 0,89]	/	Interpolatio n
K4	100%	0,16 [0,02 ; 0,61]	/	Extrapolati on	K4	95%	0,61 [0,38 ; 0,8]	0,53 [0,27 ; 0,8]	Estimation
K4	0%	0,96 [0,88 ; 0,99]	0,93 [0,83 ; 1]	Estimation	K6	95%	0,56 [0,18 ; 0,88]	/	Interpolatio n
K4	5%	0,96 [0,87 ; 0,99]	/	Interpolatio n					

Les taux d'efficacité prédits des zones prospectées sont très variables en fonction du recouvrement de la végétation et des éoliennes. Ils sont globalement satisfaisants avec une gamme de valeurs allant de 0,16 au minimum (éolienne K4 et 100% de recouvrement) à 0,99 au maximum (éolienne K2 et absence de végétation) suivant les milieux prospectés. On peut observer une tendance, plus le recouvrement de la végétation est important plus la probabilité de détection est faible. Par ailleurs, l'éolienne K2 affiche majoritairement les meilleures probabilités de détection, quel que soit le pourcentage de recouvrement, tandis que l'éolienne K4 possède les probabilités les plus faibles.

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 0.1 et 0.36 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique (a) est modéré (entre 42% et 83% de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0.04 à 0.30, c'est à dire un facteur démultiplicateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 3.35 à 23,81. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 3 et 24 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 K4 est l'éolienne qui a la plus faible probabilité de détection globale, K2 a les probabilités de détection globale les plus fortes mais qui reste dans l'absolu assez faibles. K3 et K6 sont intermédiaires.

Tableau 32 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation

	K2	K3	K4	K6
Probabilité détection $P(s,f)$				
Huso (2010)	0,35	0,29	0,16	0,22
Erickson et al. (2000)	0,36	0,3	0,16	0,22
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,31	0,27	0,1	0,16
Coefficient correcteur de surface a				
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,83	0,57	0,42	0,58
Probabilité globale de détection $a \times P(s,f)$				
Huso (2010)	0,29	0,17	0,07	0,13
Erickson et al. (2000)	0,30	0,17	0,07	0,13
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,26	0,15	0,04	0,09

2.2.2.4.1. Estimation de la mortalité pour l'avifaune

- Éolienne K4

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, la mortalité probable la plus forte ainsi que les plus fortes incertitudes. Les estimations les plus probables de mortalité, selon les méthodes d'estimation, sont comprises entre 17 et 23 individus sur une période de 197 jours de suivi (Tableau 33). La borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95% est de 1 à 2 individus selon la méthode d'estimations. La borne supérieure de l'intervalle de confiance est-elle comprise entre 72 à 115 individus. D'après l'estimateur d'Huso, l'intervalle de confiance à 95% pour la vraie valeur de mortalité s'étend de 2 à 75 cadavres. Cela signifie qu'il y a 95% de probabilité que la vraie valeur se situe dans cet intervalle, sous les hypothèses du modèle.

L'observation a été réalisée le 7 mai 2025 (Pinson des arbres).

- Éolienne K2

L'éolienne K2 est celle qui présente le plus de découvertes cadavres (n=4). Les estimations les plus probables de mortalité, selon les méthodes d'estimation, sont comprises entre 13 à 15 individus sur une période de 197 jours de suivi (Tableau 33).

Les 4 observations ont été réalisées sur une période assez étendue, entre le 13 mai et le 9 septembre 2025 (Martinet noir, Chardonneret élégant et Bruant jaune).

Tableau 33 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Kernebet sur la période du suivi

Estimateurs	K2	K3	K4	K6	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	4	1	1	0	6
Huso (2010) [IC 95%]	14 [6 ; 30]	5 [1 ; 28]	17 [2 ; 74]	0 [0 ; 23]	54 [23 ; 114]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	13 [5 ; 29]	6 [1 ; 27]	18 [1 ; 72]	0 [0 ; 23]	53 [24 ; 115]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	15 [6 ; 34]	7 [1 ; 30]	23 [2 ; 115]	0 [0 ; 32]	75 [29 ; 165]

- Ensemble du parc

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 53 à 75 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), la borne inférieure de l'intervalle de confiance est comprise entre 23 à 29 individus et la borne supérieure est de 114 à 165 individus pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude importante. D'après l'estimateur d'Huso, l'intervalle de confiance à 95% pour la vraie valeur de mortalité s'étend de 23 à 114 cadavres. Cela signifie qu'il y a 95% de probabilité que la vraie valeur se situe dans cet intervalle, sous les hypothèses du modèle.

Les 6 observations ont été réalisées sur 154 jours centrés sur les 3 saisons (du 7 mai au 7 octobre : 2 découvertes en mai, 1 découverte en juin, 1 découverte en juillet, 1 découverte en septembre et 1 découverte en octobre).

L'éolienne K4 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, K2, K3 et K6. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres. Seules K2 et K4 semblent proches et différentes de K3 et K6 (difficilement discernables entre elles).

Synthèse des résultats du suivi de mortalité

Nombre d'individus morts au cours de la période d'étude (196 jours)

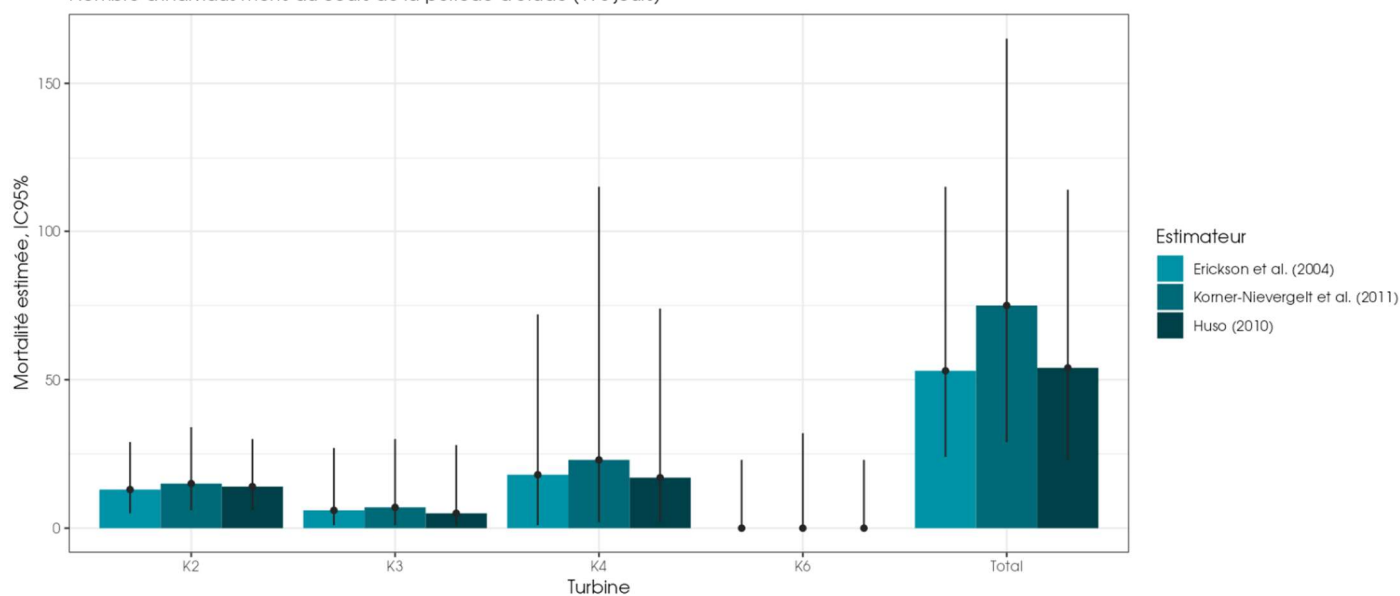


Figure 64 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Kernebet au cours du suivi de 2025 sur 197 jours

2.2.2.4.2. Estimation de la mortalité des chiroptères

- Éolienne K3

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découvertes de cadavres (n=3) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne K3 sont comprises entre 18 et 19 individus sur une période de 197 jours de suivi. La borne supérieure de l'intervalle de confiance (IC 95%) est comprise entre 44 et 51 individus alors que la borne inférieure est comprise entre 5 et 6 individus. D'après l'estimateur d'Huso, l'intervalle de confiance à 95% pour la vraie valeur de mortalité s'étend de 5 à 46 cadavres. Cela signifie qu'il y a 95% de probabilité que la vraie valeur se situe dans cet intervalle, sous les hypothèses du modèle.

Les 3 observations ont été réalisées sur une période assez étendue entre le 1 juillet et le 12 août 2025 (Pipistrelle commune et Sérotine commune).

- Éolienne K4

L'éolienne K4 est celle qui présente les estimations avec les plus fortes incertitudes. La borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% (IC 95%) est comprise entre 45 et 73 chiroptères selon l'estimateur utilisé.

Tableau 34 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Kernebet sur la période du suivi

Estimateurs	K2	K3	K4	K6	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	0	3	0	2	5
Huso (2010) [IC 95%]	0 [0 ; 9]	18 [5 ; 46]	0 [0 ; 46]	15 [4 ; 50]	53 [25 ; 111]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	0 [0 ; 9]	19 [5 ; 44]	0 [0 ; 45]	15 [4 ; 50]	55 [24 ; 108]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	0 [0 ; 11]	19 [6 ; 51]	0 [0 ; 73]	20 [3 ; 68]	69 [31 ; 154]

- Ensemble du parc

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable (estimation modale) des chiroptères est comprise entre 53 et 69 individus sur la durée du suivi, selon les méthodes d'estimation (Tableau 34). En prenant les incertitudes (IC 95%), la borne inférieure de l'intervalle de confiance est comprise entre 24 et 31 individus et la borne supérieure entre 108 à 154 individus pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante. D'après l'estimateur d'Huso, l'intervalle de confiance à 95% pour la vraie valeur de mortalité s'étend de 25 à 111 cadavres. Cela signifie qu'il y a 95% de probabilité que la vraie valeur se situe dans cet intervalle, sous les hypothèses du modèle.

Les 5 observations ont été réalisées sur 113 jours centrés sur deux saisons (du 1 juillet au 21 octobre : 1 découverte en juillet, 3 découvertes en août, 1 découverte en octobre ;

Figure 55 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Kernebet dont la cause de mortalité est imputable aux éoliennes

).

L'éolienne K3 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, K6, K4 et K2. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres.

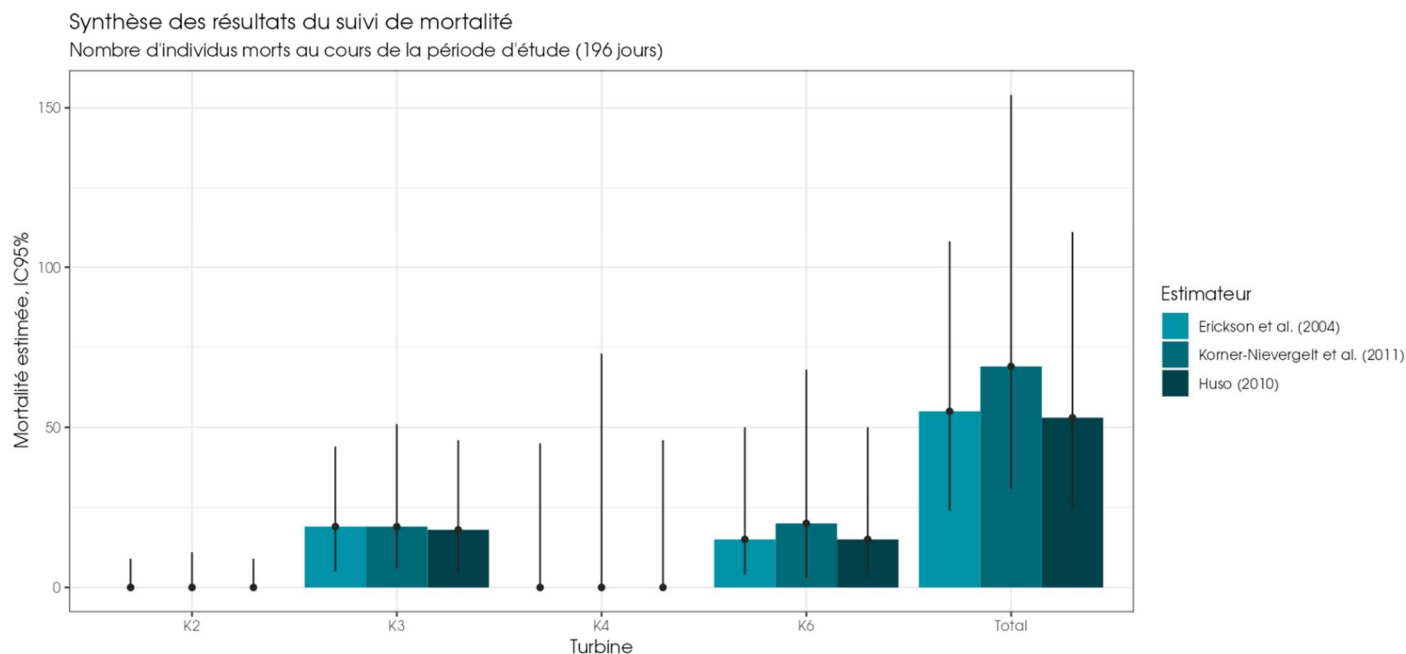


Figure 65 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Kernebet au cours du suivi de 2025 sur 197 jours

2.2.2.5 Comparaison de la mortalité estimée sur le parc de Kernebet avec le référentiel mortalité corrigée Biotope

Tableau 35 : Projection de la mortalité estimée par éolienne sur les quantiles de mortalité du référentiel mortalité Biotope

Nom de l'éolienne	Oiseaux				Chiroptères			
	K2	K3	K4	K6	K2	K3	K4	K6
Mortalité estimée médiane	4	1	1	0	0	3	0	2
M avec Huso [IC 95%]	[6 ; 30]	[1 ; 28]	[2 ; 72]	[0 ; 23]	[0 ; 9]	[5 ; 46]	[1 ; 44]	[3 ; 49]
Quantile de mortalité estimée	98,2 %	90,5 %	99,9 %	61,2 %	43 %	97,8 %	86,1%	97,5 %

Ces résultats sont issus des données extraites du référentiel de mortalité estimée élaboré par Biotope depuis 2019. Le graphique présente un « quantile de mortalité estimée » en fonction de la mortalité estimée M par éolienne du parc de Kernebet. Ce quantile représente la projection de la valeur M observée pour chaque éolienne sur une fonction de répartition empirique cumulative (empirical cumulative distribution function, ECDF) issue du référentiel de mortalité estimée de Biotope. Ce critère permet de situer la mortalité estimée d'une éolienne par rapport à un référentiel national complet (voir 1.2.2.3). Cette utilisation est néanmoins soumise à différents biais (voir Annexe 6).

Au sein du parc éolien de Kernebet, entre 0 et 4 cadavres d'oiseaux et entre 2 et 3 cadavres de chiroptères ont été observés par éolienne. En appliquant une correction à partir de la probabilité globale de détection, les estimations corrigées se situent entre 0 [0 ; 23] et 4 [6 ; 30] oiseaux par éolienne, et entre 0 [0 ; 9] et 3 [5 ; 46] chiroptères par éolienne. Ainsi, en utilisant de manière comparative le référentiel de mortalité estimée, le niveau de mortalité observé est classé de moyen à très fort selon l'éolienne et le groupe taxonomique (Tableau 35).

Référentiel 'Mortalité estimée'

Répartition empirique des estimations de mortalité (médiane) d'après l'estimateur de Huso (2010).

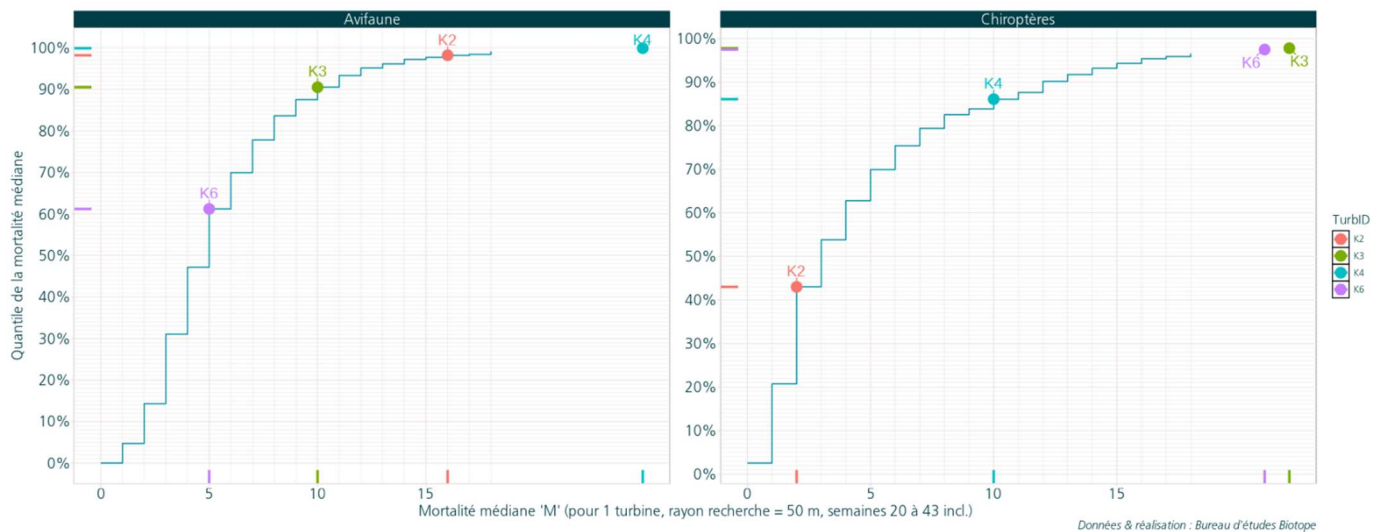


Figure 66 : Projection de la mortalité estimée par turbine issue du parc de Kernebet sur la répartition empirique des estimations de mortalité du référentiel mortalité estimée de Biotope.

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité estimée par éolienne compris entre 61% et 99,9% pour les oiseaux et entre 43% et 97,8% pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité estimée du parc de Kernebet est assez hétérogène selon les éoliennes mais est toute de même parmi les plus élevées du référentiel pour les oiseaux, et trois des quatre éoliennes pour les chiroptères. Seule l'éolienne K2 pour les chiroptères, affiche une valeur parmi les plus basses du référentiel.

Notons que les éoliennes K3 et K6 semblent particulièrement mortifères pour les chiroptères, avec un quantile de mortalité estimée de 97,8% et de 97,5%, soit un niveau de mortalité estimée très fort et une mortalité estimée plus importante que 97% des cas de mortalité par éolienne estimée sur les parcs suivis par Biotope depuis 2019 (Tableau 35).

Les éoliennes K4 et K2 semblent particulièrement mortifères pour les oiseaux, avec un quantile de mortalité estimée de 99,9% et 98,2%, soit un niveau de mortalité estimée très fort et une mortalité estimée plus importante que 99% et 98% des cas de mortalité par éolienne sur les parcs suivis par Biotope depuis 2019.

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

Rappel : Les résultats obtenus à partir de ce référentiel de mortalité estimée permettent de donner une mesure de comparaison à la mortalité estimée sur le parc de Kernebet et ainsi pouvoir situer les impacts en termes de mortalité par rapport à des résultats à plus large échelle. Néanmoins, son utilisation présente certains biais pouvant amener à une prise de recul sur les résultats des quantiles de mortalité obtenus. Il peut également exister une différence sur les périodes de suivi ou le rayon de prospection (si la temporalité de l'étude diffère de la période S20 à S43 ou pour rayon de prospection supérieur à 50m). Plus d'informations sont présentées en Annexe 6.

Pour une approche comparative plus juste par rapport à notre référentiel, l'estimation de la mortalité **médiane** sera calculée et utilisée pour réaliser ces comparaisons.

2.2.3 Comparaison avec les suivis de mortalité antérieurs

En 2024, un suivi volontaire a été réalisé sur le parc de Kernebet. Ainsi du 22 août au 31 octobre 2024, 11 passages ont été réalisés ainsi, qu'un test de persistance le 16 septembre 2024 (60 rats) et un test d'efficacité de recherche le 13 septembre 2024 (120 leurres). Lors de ce suivi 4 cadavres ont été retrouvés dont 3 oiseaux et 1 chiroptère.

2.2.3.1 Comparaison des coefficients correcteurs

Coefficient correcteur de surface

Le coefficient correcteur a varié pour l'ensemble des éoliennes. Ceci est dû à une variation au niveau des occupations des sols agricoles. Mais de manière générale, le coefficient correcteur est constant au fil du temps sauf pour l'éolienne K6 où une forte baisse est à noter pour 2025, passant de 0,92 à 0,58 (Tableau 36).

Tableau 36 : Evolution du coefficient correcteur surfacique entre 2024 et 2025 pour le parc de Kernebet

Année de suivi	K2	K4	K4	K6
2024	0,84	0,53	0,47	0,92
2025	0,83	0,57	0,42	0,58

Persistance des cadavres (s)

La vitesse de disparition des cadavres a augmenté en 2025 pour les éoliennes K2, K4 et K6 par rapport à 2024, passant respectivement de 4 à 2,9, de 2,4 à 1,2 et de 2,88 à 1,6. Néanmoins pour l'éolienne K3 celle-ci a diminué, passant de 2,39 à 3,2 par rapport à 2024. Notons que les incertitudes autour de l'estimation sont relativement moyennes quelques soit l'année et l'éolienne (Tableau 37). Cette différence pourrait être liée au fait qu'en 2025, deux tests de persistance ont été réalisés, contre un seul en 2024. Par ailleurs, on observe un effet lié à la « mise en service » du parc. En effet, les résultats de notre référentiel corrigé Biotope ont montré que plus la durée entre la mise en service du parc (et donc le premier suivi) et le suivi à l'année N était long, plus les temps de persistance était court. L'hypothèse principale pourrait être un effet d'habitation des prédateurs et charognards.

Tableau 37 : Comparaison des estimations de la persistance moyennes par année sur le parc de Kernebet

	K2	K3	K4	K6	Parc
Résultats 2024					
Données censurées par intervalles			Non		
Famille de distribution			Weibull		
Persistance moyenne (en j) & IC 95%	4,0 [2,78 ;5,33]	2,39 [1,59 ;3,21]	2,4 [1,59 ;3,21]	2,88 [1,96 ;3,67]	Non évalué
Résultats 2025					
Données censurées			Non		
Famille de distribution			Weibull		
Persistance moyenne (en j) & IC 95%	2,9 [1,79 ;4,03]	3,2 [1,97 ;4,51]	1,2 [0,74 ;1,69]	1,6 [0,99 ;2,25]	Non évalué

Efficacité de recherche (p)

De manière générale, il semble que la capacité de détection des observateurs se soit améliorée entre 2024 et 2025. Les taux moyens de détection pour les éoliennes K2, K3 et K6 sont ainsi passés de 87 % à 94 %, de 61 % à 77 %, et de 80 % à 91 % respectivement. Cette amélioration pourrait être attribuée aux changements des pratiques agricoles sur le site ainsi qu'à une meilleure gestion et entretien des parcelles situées sous les éoliennes. Seule l'éolienne K4 fait exception, avec une baisse de la capacité de détection des observateurs entre 2024 et 2025, passant de 91 % à 86%.

Tableau 38 : Résultats des estimations de la détections des cadavres pour chaque éolienne pour les deux suivis.

	K2	K3	K4	K6	Parc
Résultats 2024					
Détection moyenne & IC 95%	0,87 [0,69 ;0,95]	0,61 [0,34 ;0,83]	0,91 [0,79 ;0,96]	0,8 [0,56 ;0,92]	Non évalué
Résultats 2025					
Détection moyenne & IC 95%	0,94 [0,82 ;0,98]	0,77 [0,55 ;0,90]	0,86 [0,77 ;0,92]	0,91 [0,79 ;0,96]	Non évalué

Probabilités globales de détection (ĝ)

En 2024, le nombre de passages réduits (11 passages) ne permet pas d'estimer la mortalité sur le parc de Kernebet de façon fiable et de confronter cette estimation aux référentiels de mortalité. Ainsi, il n'est pas possible de comparer les estimations de probabilité globale de détection entre 2024 et 2025.

Tableau 39 : Bilan des probabilités globales de détection par année et par éolienne en utilisant l'estimateur de Huso (2010).

	K2	K3	K4	K6
Estimation de la probabilité globale de détection (selon Huso, 2010)				
2024	Non évalué	Non évalué	Non évalué	Non évalué
2025	0,29	0,17	0,07	0,13

2.2.3.2 Comparaison de la mortalité brute pour les oiseaux

En 2024, le nombre de passages réduits (11 passages) ne permet pas d'estimer la mortalité sur le parc de Kernebet pour les oiseaux de façon fiable et de confronter cette estimation aux référentiels de mortalité. Ainsi, il n'est pas possible de comparer la mortalité estimée entre 2024 et 2025.

Au total, 1 cadavre d'oiseau a été trouvé au sein du parc éolien de Kernebet en 2024 :

- Un Bruant jaune, découvert le 22 août (collision avec pale).

En 2025, 6 cadavres d'oiseaux ont été trouvés au sein du parc :

- Un Pinson des arbres a été retrouvé sous K4, le 7 mai (collision avec pale),
- Deux Martinet noir ont été retrouvés sous K2, le 24 juin (collision avec pale) et le 22 juillet (barotraumatisme),
- Un Chardonneret élégant a été retrouvé sous K2, le 13 mai (collision avec pale),
- Une Buse variable a été retrouvée sous K4, le 10 octobre (charronnage post-collision),
- Un Bruant jaune a été retrouvé sous K4, le 9 septembre (collision avec pale).

En 2025, la mortalité brute du parc a augmenté, passant de 1 à 6 individus par rapport à l'année précédente. Cette hausse s'explique principalement par la différence de durée des suivis : 11 passages en 2024 contre 29 en 2025. Concernant le Bruant jaune, un individu a été retrouvé mort sous l'éolienne K4, en 2024 comme en 2025.

Tableau 40 : Mortalité brute des oiseaux au sein du parc de Kernebet entre 2024 et 2025

	K2	K3	K4	K6	Parc
	Mortalité brute observée sur le parc de Kernebet entre 2024 et 2025				
2024	1	0	0	0	1
2025	4	1	1	0	6

2.2.3.3 Comparaison de la mortalité estimée pour les chiroptères

En 2024, le nombre de passages réduits (11 passages) ne permet pas d'estimer la mortalité sur le parc de Kernebet pour les chiroptères de façon fiable et de confronter cette estimation aux référentiels de mortalité. Ainsi, il n'est pas possible de comparer la mortalité estimée entre 2024 et 2025.

Au total, 3 cadavres de chiroptères ont été trouvés au sein du parc éolien de Kernebet en 2024 :

- Deux Pipistrelle commune ont été retrouvées sous l'éolienne K2, le 5 septembre (collision avec pale) et sous l'éolienne K6 a été retrouvée sous l'éolienne K2, le 17 octobre (collision avec pale) ;
- Un chiroptère indéterminé a été retrouvé sous l'éolienne K2 le 20 septembre (Collision ou barotraumatisme).

En 2025, 5 cadavres d'oiseaux ont été trouvés au sein du parc :

- Deux Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ont été retrouvées sous l'éolienne K6 le 12 août (collision avec pale) et le 21 octobre (collision avec pale),
- Deux Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ont été retrouvées sous l'éolienne K3 le 1 juillet (collision avec pale) et le 5 août (barotraumatisme),
- Une Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) a été retrouvée sous K3 le 12 août (collision avec pale).

En 2025, la mortalité brute du parc a augmenté, passant de 3 à 5 individus par rapport à l'année précédente. Cette hausse s'explique principalement par la différence de durée des suivis : 11 passages en 2024 contre 29 en 2025. Pour la Pipistrelle commune, deux individus ont été retrouvés morts sous l'éolienne K4 et deux autres sous K6 en 2025, contre un seul cadavre sous K2 et un sous K6 en 2024.

Tableau 41 : Mortalité brute des chiroptères au sein du parc de Kernebet entre 2024 et 2025

	K2	K4	K4	K6	Parc
	Mortalité brute observée sur le parc de Kernebet entre 2024 et 2025				
2024	2	0	0	1	3
2025	0	3	0	2	5

2.2.4 Synthèse du suivi de mortalité

Mortalité brute

Le suivi de mortalité mené sur le parc éolien de Kernebet entre le 7 mai et le 21 octobre 2025 (quatre éoliennes) a conduit à l'observation de 11 cadavres, dont 6 oiseaux (5 espèces) et 5 chauves-souris (2 espèces). Un tableau résumé des espèces impactées par le parc est présenté ci-contre.

Tableau 42 : Synthèse des cas de mortalité observée sur le parc de Kernebet en 2025

Espèce	Nombre de cadavre observé	Cause	Distance au mât (m)
Buse variable (<i>Buteo buteo</i>)	1	Charognage cadavre post-collision	37
Martinet noir (<i>Apus apus</i>)	2	Collision & barotraumatisme	31 à 33
Pinson des arbres (<i>Fringilla coelebs</i>)	1	Collision	0
Chardonneret élégant (<i>Carduelis carduelis</i>)	1	Collision	23
Bruant jaune (<i>Emberiza citrinella</i>)	1	Collision	30
Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	4	Collision & barotraumatisme	1 à 30
Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)	1	Collision	26

Tests correcteurs

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 variables à l'échelle du parc, avec des temps moyens de persistance des cadavres variant de 1,5 jours (K4 et K6) à 3 jours (K2 et K3). De même, deux tests d'efficacité de recherche de l'observateur ont été menés. La détection estimée varie en fonction du recouvrement de la végétation et des éoliennes. Ils sont globalement satisfaisants avec une gamme de valeurs allant de 0,16 au minimum (éolienne K4 et 100% de recouvrement) à 0,99 au maximum (éolienne K2 et absence de végétation) suivant les milieux prospectés. On peut observer une tendance, plus le recouvrement de la végétation est important plus la probabilité de détection est faible.

Estimation de la mortalité

Des estimations de la mortalité ont été réalisées pour l'ensemble des éoliennes du parc, sur la durée du suivi (197 jours) et ceci avec 3 estimateurs : Huso (2010), Erickson (2000) et Korner-Nievergelt (2011). L'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable comprise entre de 53 à 69 cadavres de chiroptères et de 53 à 75 cadavres d'oiseaux sur la période de suivi, où les observations se concentrent sur 197 jours. A noter que les intervalles de confiances sont très larges pour les deux estimations, qui s'explique par une probabilité globale de détection faible. Les tests de persistance ont révélé que les cadavres peuvent disparaître en moyenne entre 1,5 et 3 jours. Or, les passages sur le terrain sont effectués tous les 7 jours. Ce délai augmente significativement le risque de ne pas détecter certains cadavres. Par ailleurs, les éoliennes ne font pas toujours l'objet de prospections exhaustives, notamment en fonction des périodes (augmentation de la hauteur de végétation des cultures, des prairies et des friches non entretenues). Le coefficient de prospection est jugé moyen allant de 0,42 à 0,83. Ainsi, plus le recouvrement végétal est dense, plus l'efficacité de recherche diminue, rendant la détection encore plus difficile.

Comparaison avec les référentiels régionaux, nationaux & internationaux

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

D'après les résultats du référentiel mortalité corrigée de Biotope, la médiane des mortalités estimées sur l'ensemble des parcs suivi par Biotope est d'environ **5 oiseaux et 3 chiroptères par éolienne et par suivi** (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 avec le référentiel de Biotope, les résultats des estimations par éolienne sur le parc de Kernebet sont pour la plupart supérieurs, avec des estimations pouvant varier par un facteur 5 sur l'éolienne K3 pour les chiroptères et de 3,4 sur K4 pour les oiseaux. Seules les éoliennes K3 et K6 sont en dessous de cette moyenne pour les oiseaux et K2 et K4 pour les chiroptères.

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, les éoliennes K2 et K4 présentent un quantile de mortalité estimée supérieur à 97% pour les oiseaux, de même pour les chiroptères avec K3 et K6. Ces résultats indiquent une mortalité très importante par rapport au référentiel mortalité estimée Biotope.

Le quantile de mortalité brute est de 71% pour les oiseaux et de 70% pour les chiroptères. Cette analyse permet de constater que la mortalité brute du parc de Kernebet est parmi les 30% les plus élevées du référentiel pour les chiroptères et pour les oiseaux.

Au vu des résultats estimatifs du premier suivi complet de mortalité de ce parc, il semble essentiel de définir des modalités de fonctionnement du parc éolien permettant de réduire la mortalité induite, qui semble non négligeable.

Un suivi sera reconduit en 2026, une nouvelle campagne de suivi permettra ainsi de valider les résultats obtenus, tant sur la plan quantitatif (estimations de la mortalité) que qualitatif (phénologie de la mortalité), et confirmer la bonne mise en place des mesures correctives.

Pour aller encore plus loin dans la précision des estimations, une démarche de concertation avec les exploitants agricoles locaux serait une réelle plus-value. Cela pourrait permettre d'améliorer l'efficacité de recherche globale des surfaces à prospecter et de réduire au minimum les incertitudes.

2.3 Facteurs d'impact et mesures mises en place

2.3.1 Analyse croisée avec l'étude d'impact

Le tableau ci-dessous fait le bilan des espèces identifiées dans l'étude d'impact comme étant susceptibles d'être impactées par le projet ainsi que des espèces découvertes durant la réalisation du suivi mortalité de 2025 ainsi que ceux du suivi volontaire de 2024.

Tableau 43 : 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			
Martinet noir	Risque de collision non évalué	2 individus	L'étude d'impact avait identifié les espèces mais elle n'avait pas évalué le risque de collision pour les espèces
	Observé vers K2, K4, K4 et K6		
Buse variable	Risque de collision non évalué	1 individu	
	Observé vers K2, K4, K4 et K6		
Chardonneret élégant	Risque de collision non évalué	1 individu	
	Observé vers K2		
Pinson des arbres	Risque de collision non évalué	1 individu	
	Observé vers K2, K4, K4 et K6		
Bruant jaune	Risque de collision non évalué	2 individus	
	Observé vers K2, K4, K4 et K6		
Chiroptères			
Pipistrelle commune	Risque de collision non évalué	6 individus	
	Gîte de reproduction à Guimaëc, en transit et chasse sur la ZIP		
Sérotine commune	Risque de collision non évalué	1 individu	
	Gîte de reproduction à Guerlesquin, en transit et chasse sur la ZIP		

De manière générale, l'étude d'impact de 2016 n'avait pas relevé de sensibilité particulière au risque de collision aussi bien pour les oiseaux que pour les chiroptères, ce que les suivis de mortalité réalisés en 2024 et 2025 ont au contraire pu mettre en avant.

Pour les oiseaux et les chiroptères : l'évaluation du niveau de collision avait été sous-évalué comparativement aux observations et estimations réalisées en 2016.

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

Rappels : Les enregistrements acoustiques en nacelle ont été réalisés au niveau des éoliennes K4 et K2 entre le 8 mars et le 31 octobre 2025. Le nombre de nuits d'enregistrement des activités de chiroptères à hauteur de nacelle est de 142 nuits pour K4 et 158 nuits pour K2. Une importante interruption des enregistrements sur les deux éoliennes a eu lieu au mois de juin 2025, du 31 mai au 1 juillet pour K4 et du 30 mai au 10 juillet pour K2. De même un autre dysfonctionnement a eu lieu au mois de mars, du 10 au 26 mars pour K4 et du 10 au 18 mars pour K2. D'autres interruptions ont été observées :

Pour K4, du 27 mars au 4 avril ; du 1^{er} mai au 28 mai ; du 27 août au 4 septembre et du 6 septembre au 18 septembre.

Pour K2, du 2 octobre au 31 octobre.

Le suivi de mortalité a permis de découvrir 5 chiroptères dont 3 au niveau de l'éolienne K3 et deux au niveau de l'éolienne K6.

2.3.2.1 Comparaison de la phénologie entre suivis mortalité et acoustique

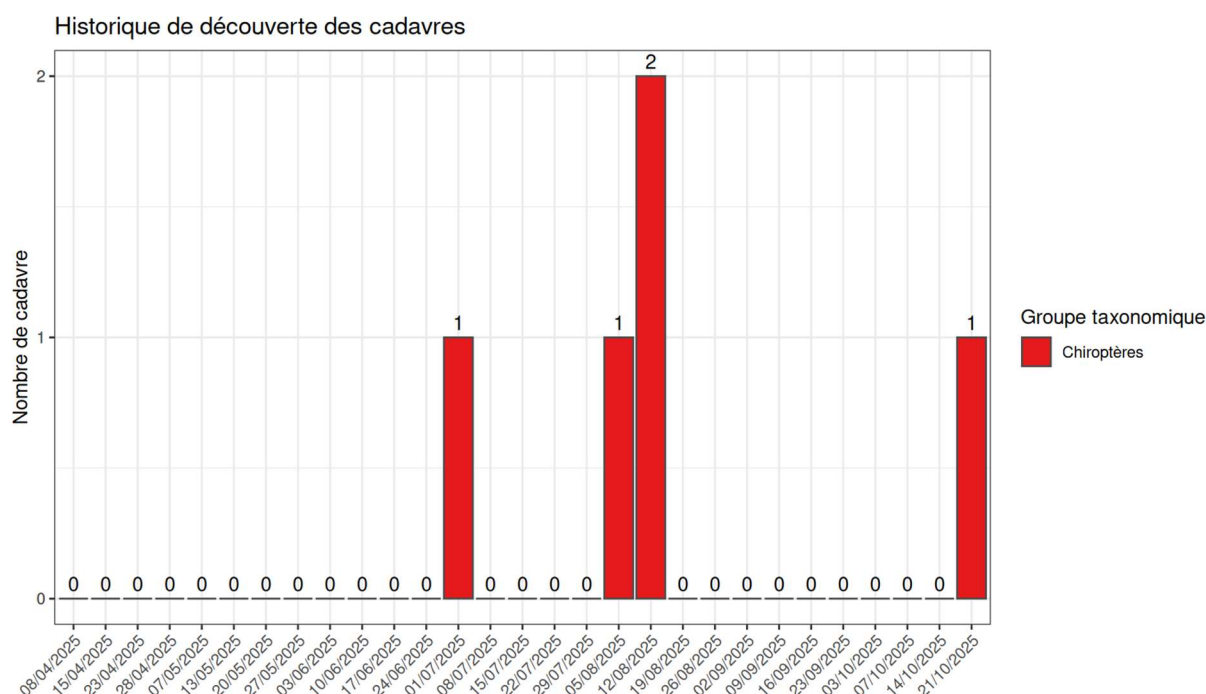


Figure 67 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Kernebet

Le suivi de mortalité a révélé un nombre relativement élevé de cadavres de chiroptères (n=5). Les découvertes se sont déroulées de début juillet à fin octobre. Parmi ceux-ci, deux Pipistrelles communes ont été retrouvées sous l'éolienne K3, respectivement le 1^{er} juillet et le 5 août. Deux autres Pipistrelles communes ont été découvertes sous l'éolienne K6, le 12 août et le 21 octobre. Enfin, une Sérotine commune a également été trouvée sous l'éolienne K3 le 12 août. Les cadavres sont représentés en étoile rouge sur les figures ci-dessous.

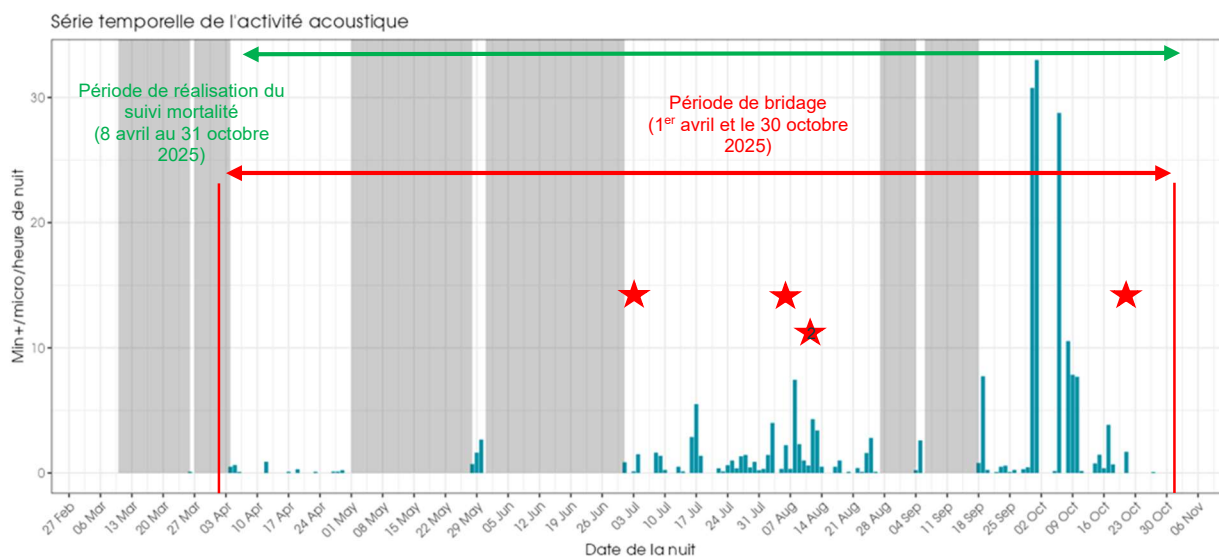


Figure 68 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau de l'éolienne K4 sur la période de réalisation du suivi mortalité

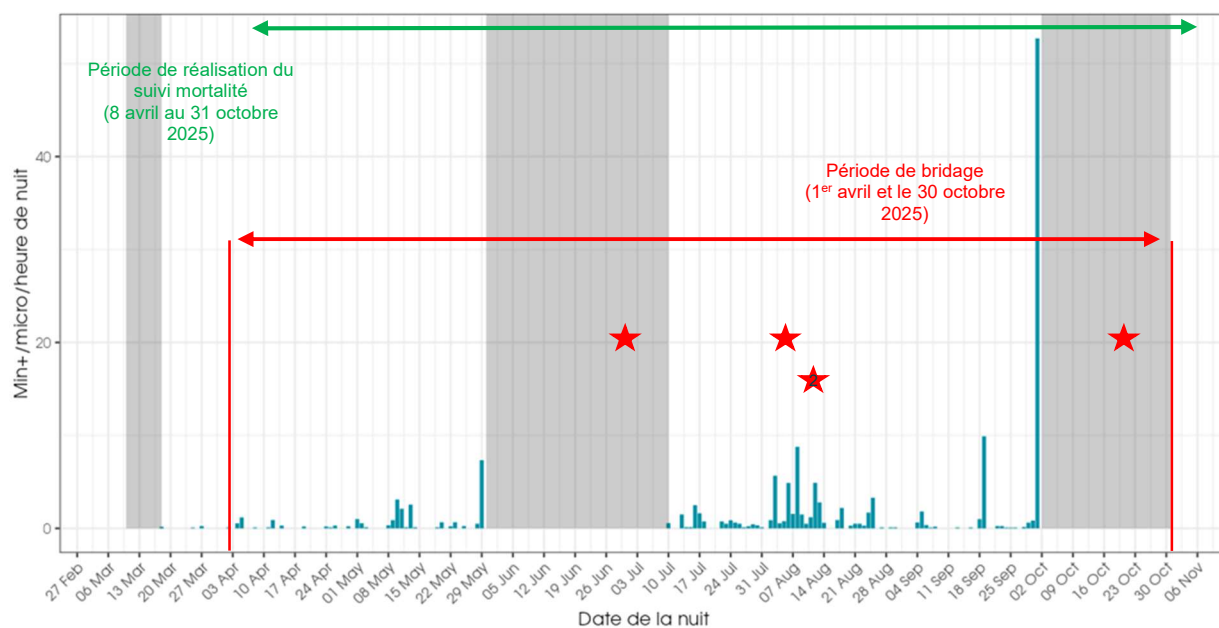


Figure 69 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau de l'éolienne K2 sur la période de réalisation du suivi mortalité

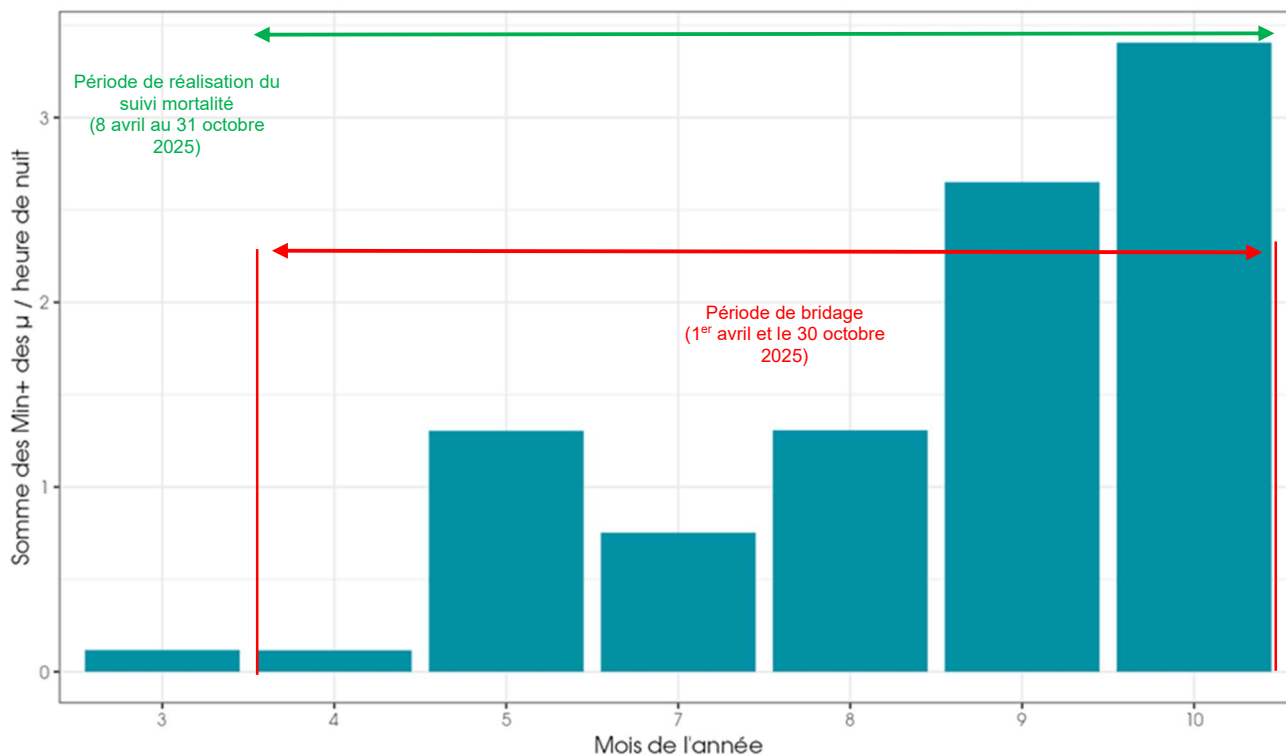


Figure 70 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne K4 de Kernebet sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2025

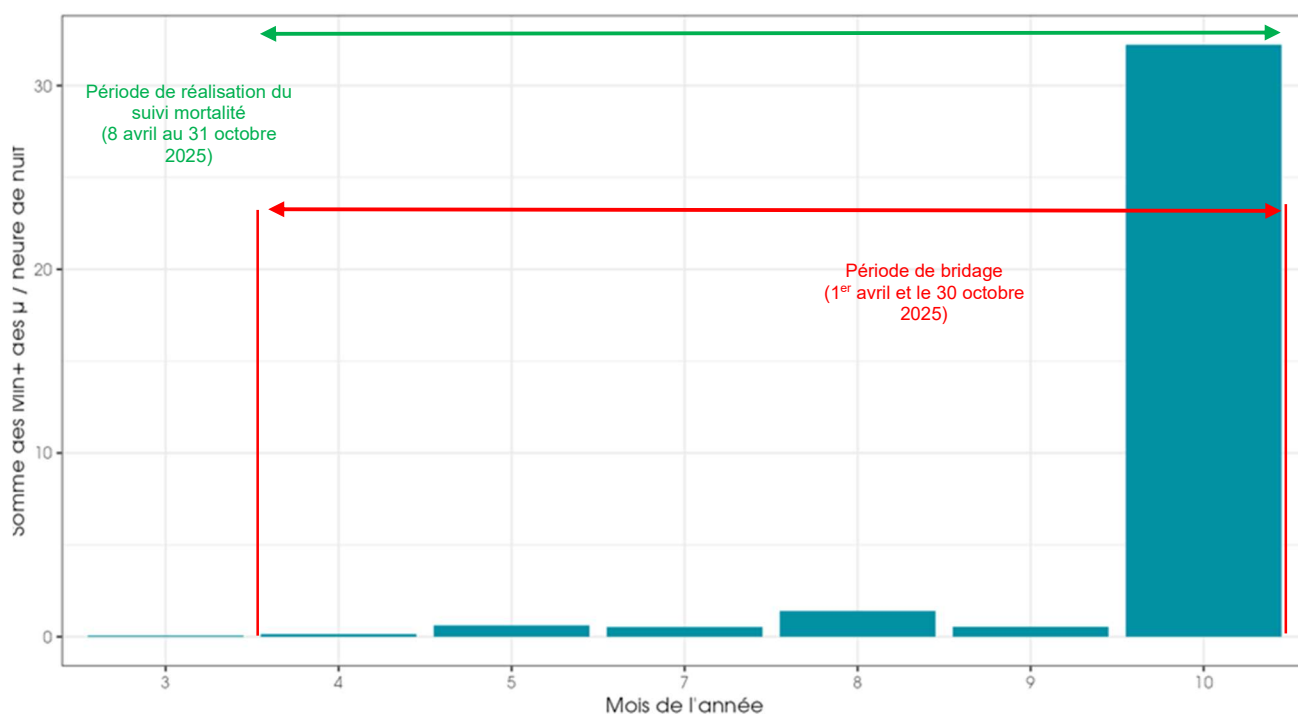


Figure 71 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne K2 de Kernebet sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2025

Sur K4, on observe une activité des chauves-souris en altitude entre mars et octobre. L'activité est faible en mars et en avril puis augmente en mai. L'activité au mois de juillet est plus faible que celle de mai mais celle-ci augmente progressivement jusqu'au mois d'octobre. Le mois d'octobre est celui enregistrant l'activité la plus forte, suivi de septembre.

Sur K2, on observe une activité des chauves-souris en altitude entre mars et octobre. L'activité est très élevée en octobre. Le mois d'août est celui enregistrant la deuxième activité la plus forte, suivi de mai. Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en juin et en octobre.

Sur la période de suivi du 8 mars au 31 octobre 2025, on observe donc une activité des chauves-souris en altitude en période de mise-bas des chauves-souris (mi-juin à mi-août) et également en période de migration (mai à mi-juin et mi-août à octobre).

Les observations révèlent un décalage entre la phénologie des découvertes de cadavres et celle de l'activité acoustique en altitude. En effet, les cadavres retrouvés en juillet et août sous l'éolienne K3 ne correspondent pas à un pic d'activité spécifique, mais ils ont été retrouvés pendant la période mise-bas, une période sensible. C'est également le cas pour les cadavres découverts en août sous les éoliennes K3 et K6. En revanche, lors du pic d'activité acoustique enregistré en octobre 2025 au niveau des éoliennes K3 et K6, aucune chauve-souris morte n'a été retrouvée sous K4 et K2, seules celles découvertes sous K6 coïncident avec un pic d'activité pendant la période de migration. A noter qu'aucun cadavre de chauve-souris sur l'ensemble du suivi n'a été découvert sous les éoliennes équipées d'enregistreurs.

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

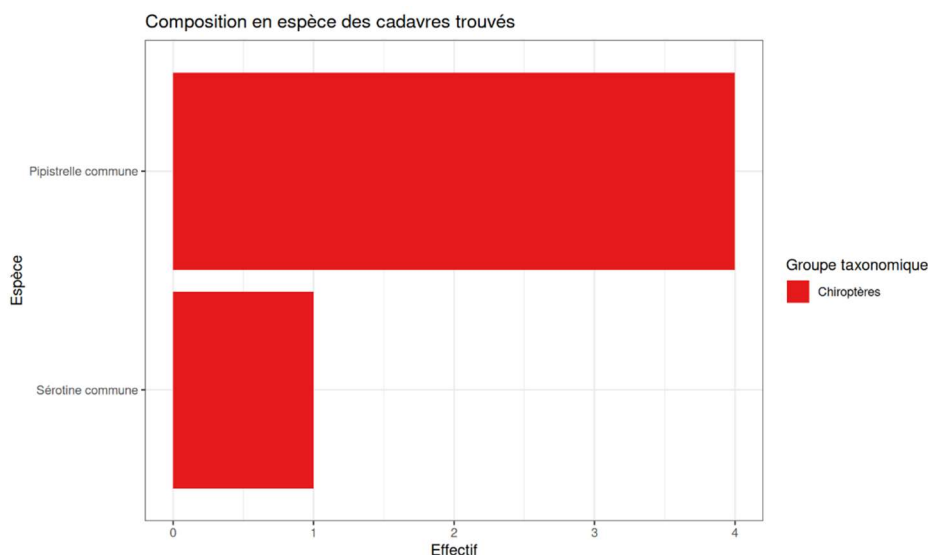


Figure 72 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Kernebet

Pour le suivi de mortalité, les observations ont principalement concerné la Pipistrelle commune (n=4) réparties sur l'ensemble du suivi et la Sérotine commune (n=1).

Tableau 44 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 70 m au niveau de l'éolienne K4

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 (%)
Murin de Natterer	1	0,004%	1	0,04%
Noctule commune	1	0,004%	1	0,04%
Noctule de Leisler	11	0,043%	5	0,19%
Pipistrelle commune	23663	91,75%	2084	78,79%
Pipistrelle de Kuhl	54	0,21%	20	0,76%
Pipistrelle de Nathusius	144	0,56%	55	2,08%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius	1081	4,19%	206	7,79%

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	732	2,84%	192	7,26%
"Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées	105	0,41%	81	3,06%
Total	25792	100%	2645	100%

Tableau 45 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 70 m au niveau de l'éolienne K2

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Proportion obtenue des contacts de 5 sec. (%)	Nombre de minutes positives	Proportion obtenue des minutes positives (%)
Barbastelle d'Europe	26	0,21%	4	0,24%
Groupe des petits murins (Myotis sp.)	1	0,01%	1	0,06%
Noctule commune	9	0,07%	1	0,06%
Noctule de Leisler	2	0,02%	2	0,12%
Oreillard roux	52	0,41%	8	0,47%
Pipistrelle commune	10104	80,44%	1150	68,09%
Pipistrelle de Kuhl	200	1,59%	41	2,43%
Pipistrelle de Nathusius	59	0,47%	22	1,30%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius	1404	11,18%	246	14,56%
Sérotine commune	646	5,14%	176	10,42%
"Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées	58	0,46%	38	2,25%
Total	12561	100%	1689	100%

Pour le suivi acoustique, les espèces les plus fréquemment contactées pour K4 sont la Pipistrelle commune (78,8%), le couple d'espèces Pipistrelles de Kuhl / de Nathusius (10,6%) et suivi par la Sérotine commune (7,3%). Pour K2, les plus fréquemment contactées sont également la Pipistrelle commune (68%), le couple d'espèces Pipistrelles de Kuhl / de Nathusius (18,3%) et suivi par la Sérotine commune (10,4%).

Les espèces découvertes dans le cadre du suivi mortalité ont également été détectées lors du suivi acoustique (Pipistrelle commune et Sérotine commune). La Pipistrelle commune, espèce la plus fréquemment contactée en acoustique, a fait l'objet de quatre découvertes en mortalité. La Sérotine commune, troisième espèce la plus détectée en acoustique, n'a été retrouvée morte qu'à une seule reprise. En revanche, la paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius, deuxième groupe d'espèce le plus contacté, n'a pas été découvert lors du suivi de mortalité.

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

Sur la période de suivi de l'activité en altitude en 2025, l'activité des chauves-souris est généralement plus importante en début de nuit (0 à h+2) mais on observe quelques regains d'activité en milieu de nuit et fin de nuit en avril et en période de migration automnale (octobre notamment).

■ Pipistrelle commune

Pour K4, la Pipistrelle commune représente 78,8 % du total des minutes positives obtenues et a une activité passant de forte à très forte entre le printemps et l'automne.

L'activité de la Pipistrelle commune augmente progressivement entre les mois de juillet et d'octobre. L'activité au mois de mai observe une très forte hausse avant de diminuer en juillet.

Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en mai et en juin.

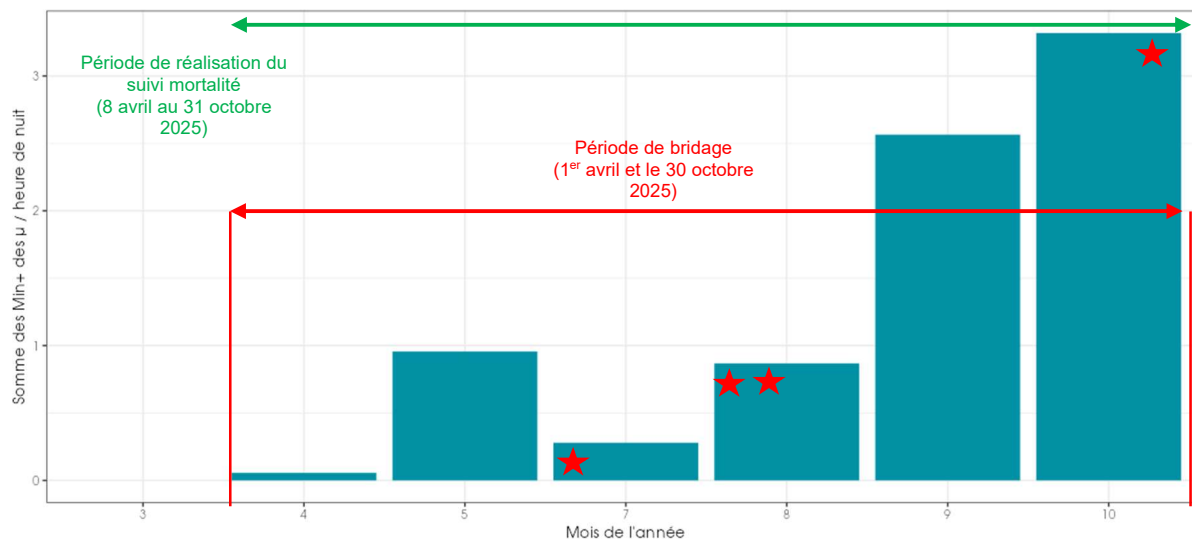


Figure 73 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne K4 en 2025.

Pour K2, la Pipistrelle commune représente 59,43 % du total des minutes positives obtenues et a une activité très forte entre le printemps et l'automne.

L'activité de la Pipistrelle commune augmente progressivement jusqu'au mois de mai puis subit légère baisse en juillet. L'activité réaugmente en août puis diminue en septembre avant de connaître une grande augmentation en octobre. Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en juin et en octobre.

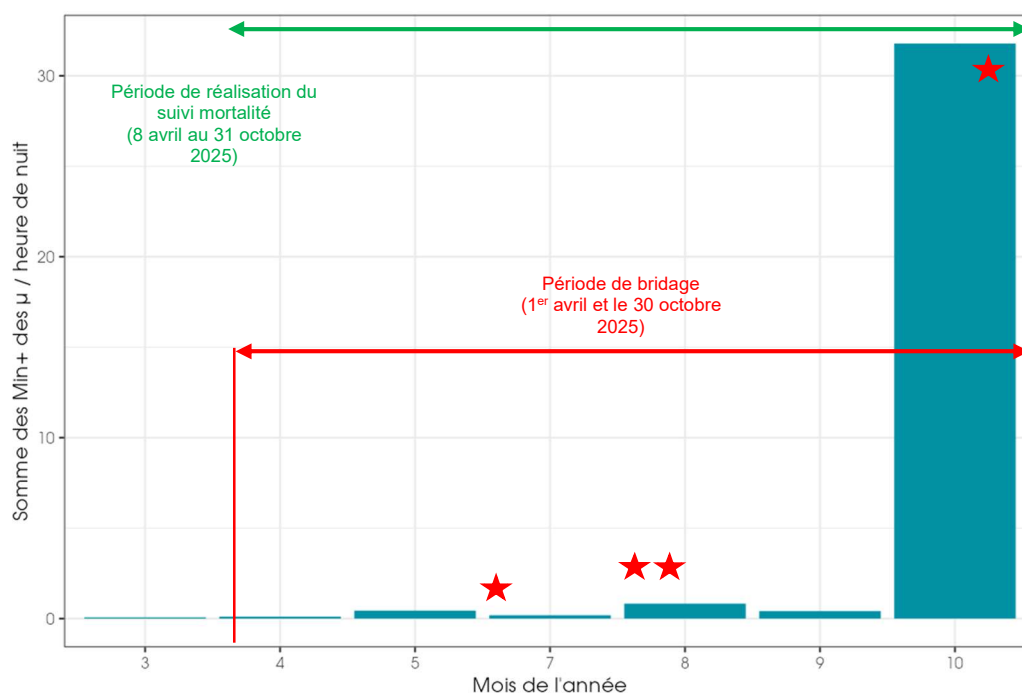


Figure 74 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne K2 en 2025.

■ Groupe Sérotine commune / Noctule de Leisler / Noctule commune

Pour K4, le groupe des Sérotine commune et des noctules indéterminées (appelé « sérotules ») représente 10,55 % du total des « minutes positives » enregistrées. Parmi celles-ci :

- 3,1 % correspondent à des contacts indéterminés, dont l'activité évolue d'un niveau moyen à très fort entre le printemps et l'été, puis devient faible en automne.
- La Sérotine commune, identifiée avec certitude dans 7,3 % des « minutes positives », montre une activité passant de très forte au printemps à moyenne en automne.
- La Noctule de Leisler, identifiée avec certitude dans 0,19 % des « minutes positives », présente une activité très forte au printemps et moyenne en automne.
- Enfin, la Noctule commune, identifiée avec certitude dans 0,04 % des « minutes positives », possède une activité faible en automne.

L'activité du groupe des Sérotine commune et noctules indéterminées (sérotules) (ensemble des trois couleurs), augmente progressivement jusqu'au mois de juillet avant de diminuer légèrement en août puis drastiquement en septembre et octobre.

Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en mai et en juin.

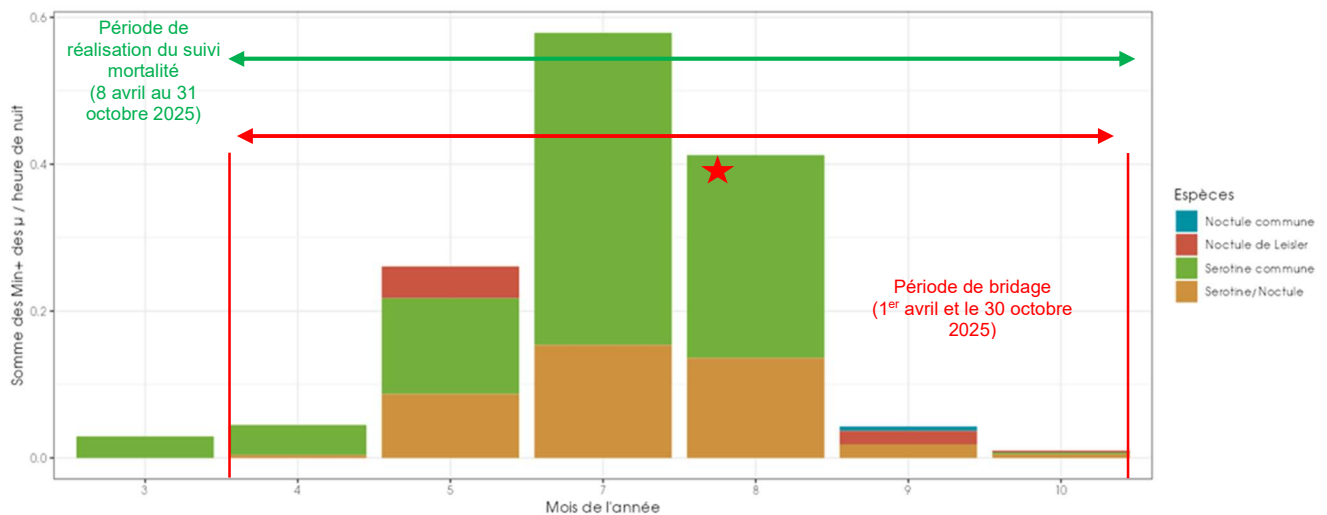


Figure 75 : Eolienne K4 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2025

Pour K2, le groupe des Sérotine commune et des noctules indéterminées (appelé « sérotules ») représente 11,2 % du total des « minutes positives » enregistrées. Parmi celles-ci :

- 1,96 % correspondent à des contacts indéterminés, dont l'activité évolue d'un niveau faible à moyen entre le printemps et l'automne.
- La Sérotine commune, identifiée avec certitude dans 9,1 % des « minutes positives », montre une activité très forte au printemps et en été.
- La Noctule de Leisler, identifiée avec certitude dans 0,10 % des « minutes positives », présente une activité moyenne en automne.
- Enfin, la Noctule commune, identifiée avec certitude dans 0,05 % des « minutes positives », possède une activité faible en automne.

L'activité du groupe des Sérotine commune et noctules indéterminées (sérotules) (ensemble des trois couleurs), augmente progressivement jusqu'au mois d'août avant d'observer une grande diminution en septembre.

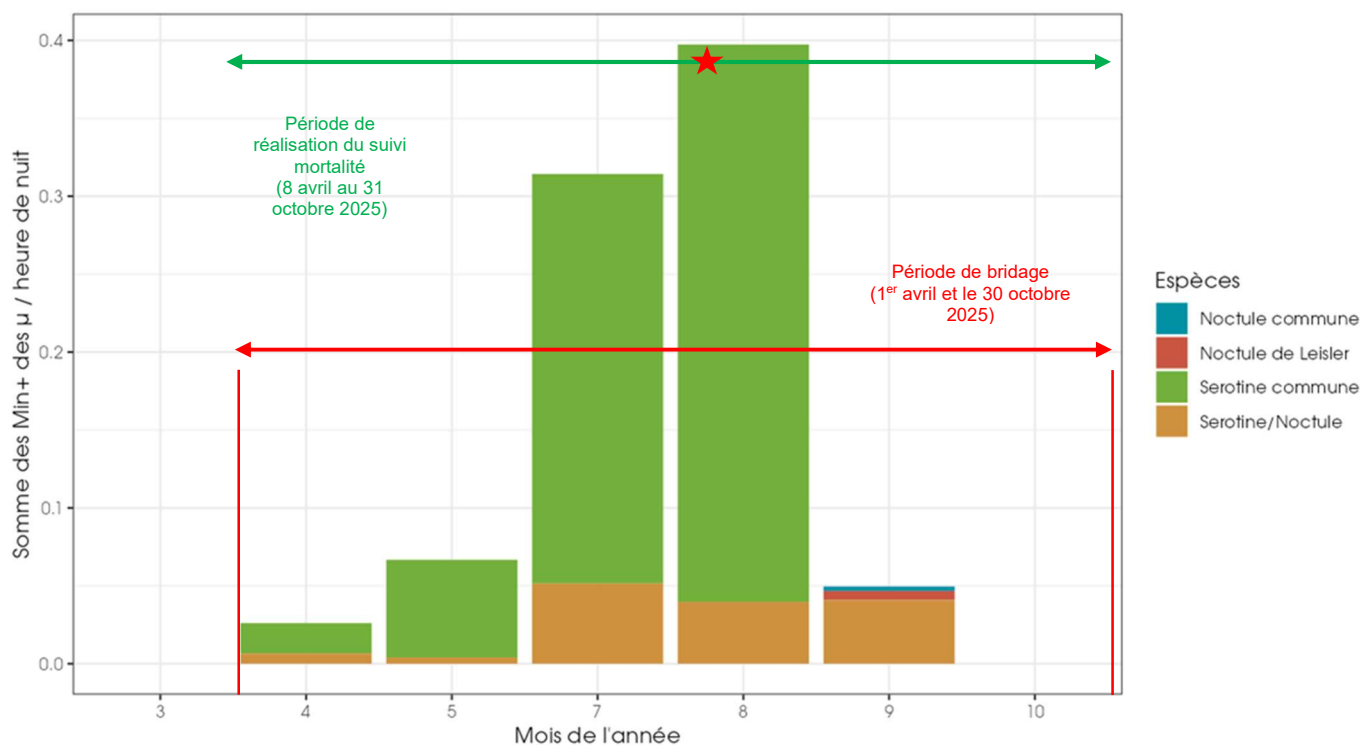


Figure 76 : Eolienne K2 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2025

Les bilans de la phénologie des découvertes de cadavres est présenté dans le tableau ci-dessous (Tableau 46 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces).

Tableau 46 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces

Date	01/07	05/08	12/08	21/10	Total général
Période Bridage		Mise bas		Migration automnale	
		Bridage effectif			
Pipistrelle commune	1	1	1	1	4
Sérotine commune			1		1
Total général	1	1	2	1	5

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

Les espèces découvertes durant le suivi de mortalité correspondent aux principales espèces identifiées durant le suivi acoustique. Parmi elles, la Pipistrelle commune se distingue : c'est à la fois l'espèce la plus détectée en altitude et la plus représentée parmi les cadavres retrouvés. De même, la Sérotine commune, fréquemment observée en altitude, a également été retrouvée morte lors du suivi.

La découverte du cadavre de Sérotine commune correspond au principal pic d'activité acoustique de l'espèce.

Les découvertes échelonnées tout au long du suivi de mortalité pour la Pipistrelle commune correspondent à une activité acoustique enregistrée en continu de juillet à octobre, avec un pic d'activité en octobre.

Sur les 5 chiroptères retrouvés durant le suivi de mortalité, trois cadavres ont été retrouvés sous l'éolienne K3 et deux sous K6, mais aucun n'a été retrouvé au niveau des éoliennes K2 et K4 équipées d'enregistreurs automatisés, ce qui limite fortement le croisement des informations.

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

2.3.3 Evaluation du bridage chiroptère en fonctionnement

Le parc éolien de Kernebet à Plouigneau (29) a été mis en service en août 2024 et comprend 4 éoliennes, dont 3 VESTAS V100 de 2,2 MW. La société SE KERNEBET a missionné Biotope pour la réalisation d'une étude des chiroptères en nacelle en 2025, conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018).

Ce suivi a été réalisé au niveau des nacelles des éoliennes K4 et K2, à hauteur de 70m. L'activité des chauves-souris a été analysée durant plus de 8 mois, du 8 mars au 31 octobre 2025. Au total, 142 nuits pour K4 et 158 nuits pour K2 ont été analysées. Une importante interruption des enregistrements, lié à un dysfonctionnement du dispositif, a eu lieu sur les deux éoliennes au mois de juin 2025, du 31 mai au 1 juillet pour K4 et du 30 mai au 10 juillet pour K2. De même un autre dysfonctionnement a eu lieu au mois de mars, du 10 au 26 mars pour K4 et du 10 au 18 mars pour K2. D'autres plus courtes interruptions ont été observées.

Pour rappel, **le parc éolien de Kernebet a fait l'objet en 2025 d'un bridage en fonction de l'activité des chauves-souris**. Les caractéristiques de ce bridage sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 47 : Paramètre de bridage conventionnel pour le parc éolien de Kernebet.

Période	Du 1er avril au 30 octobre	
	K4	K2
Vitesse de vent nacelle (m/s)	< 6 m/s	< 6 m/s
Température ambiante nacelle (°C)	Sans condition	Supérieure à 10°C
Période de la nuit pour les éoliennes concernées	1h avant le coucher du soleil à 1h après le lever du soleil	1h avant le coucher du soleil à 1h après le lever du soleil
Conditions de précipitations préconisées	Sans condition	En l'absence de pluie

A partir des résultats du suivi en nacelle, il s'agira de constater l'efficacité du bridage conventionnel sur les deux éoliennes, et de calculer les taux de couverture réellement obtenus en 2025. Des ajustements pourront être proposés si nécessaire.

2.3.3.1 Evaluation du bridage chiroptère en fonctionnement de K4

Le pool de données retenu pour l'évaluation du bridage de K4, et pour lesquelles une corrélation avec les données météorologiques a pu être réalisée, est de **N=2 081 minutes positives** sur la période étudiée (du 1^{er} avril au 31 octobre).

Les graphiques suivants illustrent les contacts couverts ou non par le bridage en 2025, avec notamment le seuil de vitesse de vent à 6 m/s.

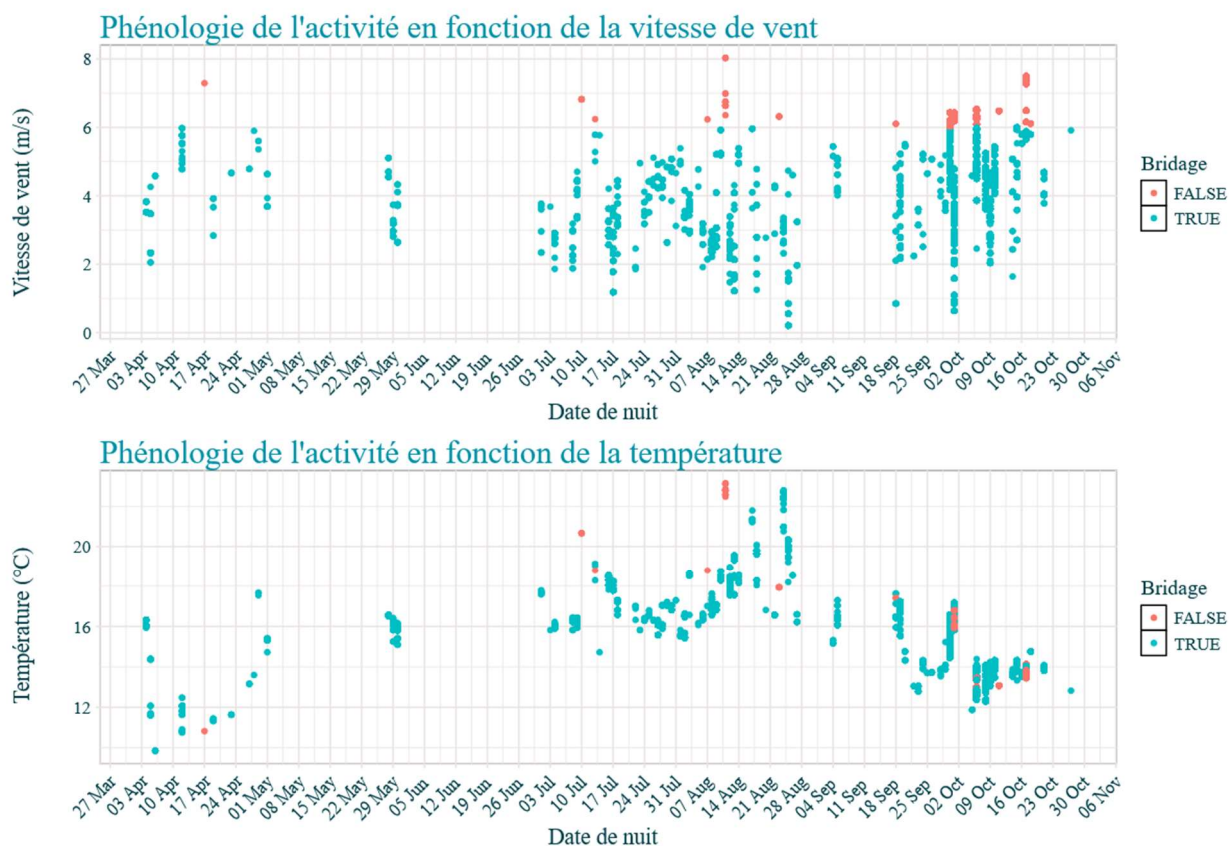


Figure 77 : Phénologie de l'activité de K4 en fonction de condition météorologique

Les taux de couverture obtenus avec l'application de ce bridage sont donnés dans les tableaux suivants. La période 1 correspond à avril-mai, la période 2 à juin-juillet et la période 3 à août-octobre.

Tableau 48 : Proportion d'activité traitée par la mise en place du bridage sur K4 en 2025 (par période et toute l'année)

Période 1

Code	Nombre total de contact	Nombre total de MP	Contacts traités	MP traitées	Contacts non traités	MP non traitées	Proportion de contact traités	Proportion de MP traitées
ENVsp	3	3	3	3	0	0	100.0%	100.0%
Eptser	66	14	66	14	0	0	100.0%	100.0%
Nyclei	3	1	3	1	0	0	100.0%	100.0%
Pip35	34	12	34	12	0	0	100.0%	100.0%
Pipkuh	7	2	7	2	0	0	100.0%	100.0%
Pipnat	4	2	4	2	0	0	100.0%	100.0%
PippiT	100	37	99	36	1	1	99.0%	97.3%

Période 2

Code	Nombre total de contact	Nombre total de MP	Contacts traités	MP traitées	Contacts non traités	MP non traitées	Proportion de contact traités	Proportion de MP traitées
ENVsp	51	38	51	38	0	0	100.0%	100.0%
Eptser	384	105	384	105	0	0	100.0%	100.0%
Pip35	48	18	48	18	0	0	100.0%	100.0%
Pipkuh	27	7	27	7	0	0	100.0%	100.0%
PippiT	435	69	429	66	6	3	98.6%	95.7%

Période 3

Code	Nombre total de contact	Nombre total de MP	Contacts traités	MP traitées	Contacts non traités	MP non traitées	Proportion de contact traités	Proportion de MP traitées
ENVsp	51	40	49	38	2	2	96.1%	95.0%
Eptser	281	72	276	70	5	2	98.2%	97.2%
Myonat	1	1	1	1	0	0	100.0%	100.0%
Nyclei	8	4	8	4	0	0	100.0%	100.0%
Nycnoc	1	1	1	1	0	0	100.0%	100.0%
Pip35	990	173	983	170	7	3	99.3%	98.3%
Pipkuh	20	11	20	11	0	0	100.0%	100.0%
Pipnat	132	52	127	51	5	1	96.2%	98.1%
PippiT	23125	1975	21261	1798	1864	177	91.9%	91.0%

Toute l'année

Code	Nombre total de contact	Nombre total de MP	Contacts traités	MP traitées	Contacts non traités	MP non traitées	Proportion de contact traités	Proportion de MP traitées
ENVsp	105	81	103	79	2	2	98.1%	97.5%
Eptser	731	191	726	189	5	2	99.3%	99.0%
Myonat	1	1	1	1	0	0	100.0%	100.0%
Nyclei	11	5	11	5	0	0	100.0%	100.0%
Nycnoc	1	1	1	1	0	0	100.0%	100.0%
Pip35	1072	203	1065	200	7	3	99.3%	98.5%
Pipkuh	54	20	54	20	0	0	100.0%	100.0%
Pipnat	136	54	131	53	5	1	96.3%	98.1%
PippiT	23660	2081	21789	1900	1871	181	92.1%	91.3%
Total	25771	2637	23881	2448	1890	189	92.7%	92.8%

Légende :

- Code espèce :
 - ENVsp : groupe des sérotines et noctules
 - Eptser : Sérotine commune
 - Myonat : Murin de Natterer
 - Nyclei : Noctule de Leisler
 - Nycnoc : Noctule commune
 - Pip35 : paire d'espèce Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius
 - Pipkuh : Pipistrelle de Kuhl
 - Pipnat : Pipistrelle de Nathusius
 - PippiT : Pipistrelle commune
- MP : minutes positives

Pour K4, le bridage a permis de couvrir le risque de collision de 92,8% des chauves-souris contactées entre avril et octobre 2025 à hauteur de nacelle. Cela correspond au total à 189 minutes positives restantes à risque, dont 181 appartiennent à la Pipistrelle commune (la majorité en automne).

Ce bridage permet d'atteindre un taux de couverture supérieur à 90% de l'activité globale, cependant le nombre de minutes restantes à risque sur l'année est trop important.

2.3.3.1 Evaluation du bridage chiroptère en fonctionnement de K2

Le pool de données retenu pour l'évaluation du bridage de K2, et pour lesquelles une corrélation avec les données météorologiques a pu être réalisée, est de **N=1 138 minutes positives** sur la période étudiée (du 1^{er} avril au 31 octobre).

Les graphiques suivants illustrent les contacts couverts ou non par le bridage, avec notamment le seuil de vitesse de vent à 6 m/s et le seuil de température à 10°C.

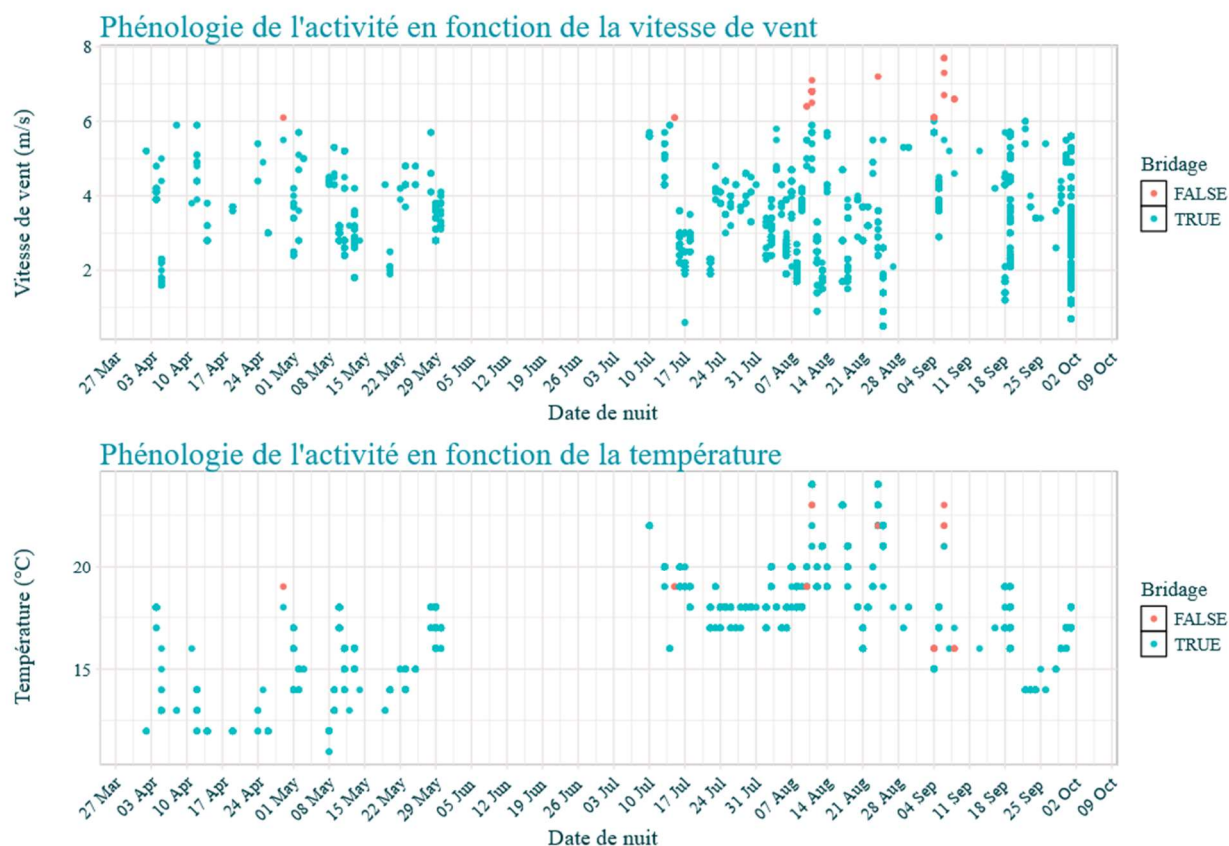


Figure 78 : Phénologie de l'activité de K2 en fonction de condition météorologique

Les taux de couverture obtenus avec l'application de ce bridage en 2025 sont donnés dans les tableaux suivants. La période 1 correspond à avril-mai, la période 2 à juin-juillet et la période 3 à août-octobre.

Tableau 49 : Proportion d'activité traitée par la mise en place du bridage sur K2 en 2025 (par période et toute l'année)

Période 1

Code	Nombre total de contact	Nombre total de MP	Contacts traités	MP traitées	Contacts non traités	MP non traitées	Proportion de contact traités	Proportion de MP traitées
ENVsp	3	3	3	3	0	0	100.0%	100.0%
Eptser	59	22	58	21	1	1	98.3%	95.5%
Pip35	108	38	108	38	0	0	100.0%	100.0%
Pipkuh	3	2	3	2	0	0	100.0%	100.0%
Pipnat	35	15	35	15	0	0	100.0%	100.0%
PippiT	474	144	474	144	0	0	100.0%	100.0%
Pleaur	6	1	6	1	0	0	100.0%	100.0%

Période 2

Code	Nombre total de contact	Nombre total de MP	Contacts traités	MP traitées	Contacts non traités	MP non traitées	Proportion de contact traités	Proportion de MP traitées
ENVsp	20	9	20	9	0	0	100.0%	100.0%
Eptser	260	46	260	46	0	0	100.0%	100.0%
Pip35	100	10	100	10	0	0	100.0%	100.0%
Pipkuh	10	3	10	3	0	0	100.0%	100.0%
Pipnat	4	2	4	2	0	0	100.0%	100.0%
PippiT	164	32	162	31	2	1	98.8%	96.9%
Pleaur	44	6	44	6	0	0	100.0%	100.0%

Période 3

Code	Nombre total de contact	Nombre total de MP	Contacts traités	MP traitées	Contacts non traités	MP non traitées	Proportion de contact traités	Proportion de MP traitées
Barbar	26	4	23	3	3	1	88.5%	75.0%
ENVsp	35	26	28	21	7	5	80.0%	80.8%
Eptser	327	108	324	106	3	2	99.1%	98.1%
Myosp	1	1	1	1	0	0	100.0%	100.0%
Nyclei	2	2	2	2	0	0	100.0%	100.0%
Nycnoc	9	1	9	1	0	0	100.0%	100.0%
Pip35	1196	198	1195	197	1	1	99.9%	99.5%
Pipkuh	187	36	187	36	0	0	100.0%	100.0%
Pipnat	20	5	20	5	0	0	100.0%	100.0%
PippiT	9414	962	9396	954	18	8	99.8%	99.2%

Toute l'année

Code	Nombre total de contact	Nombre total de MP	Contacts traités	MP traitées	Contacts non traités	MP non traitées	Proportion de contact traités	Proportion de MP traitées
Barbar	26	4	23	3	3	1	88.5%	75.0%
ENVsp	58	38	51	33	7	5	87.9%	86.8%
Eptser	646	176	642	173	4	3	99.4%	98.3%
Myosp	1	1	1	1	0	0	100.0%	100.0%
Nyclei	2	2	2	2	0	0	100.0%	100.0%
Nycnoc	9	1	9	1	0	0	100.0%	100.0%
Pip35	1404	246	1403	245	1	1	99.9%	99.6%
Pipkuh	200	41	200	41	0	0	100.0%	100.0%
Pipnat	59	22	59	22	0	0	100.0%	100.0%
PippiT	10052	1138	10032	1129	20	9	99.8%	99.2%

Légende :

- Code espèce :
 - ENVsp : groupe des sérotines et noctules
 - Eptser : Sérotine commune
 - Myonat : Murin de Natterer
 - Nyclei : Noctule de Leisler
 - Nycnoc : Noctule commune
 - Pip35 : paire d'espèce Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius
 - Pipkuh : Pipistrelle de Kuhl
 - Pipnat : Pipistrelle de Nathusius
 - PippiT : Pipistrelle commune
- MP : minutes positives

Pour K2, le bridage a permis de couvrir le risque de collision de 99,2% des chauves-souris contactées entre avril et octobre 2025 à hauteur de nacelle. Cela correspond au total à 9 minutes positives restantes à risque, dont 5 appartiennent au groupe des sérotines et noctules (en automne).

Ce bridage est jugé pertinent et efficace, il devra être maintenu à l'identique en 2026.

2.3.4 Autres facteurs d'impact

L'activité des chiroptères relevée sur les éoliennes K2 et K4 peut être expliquée par la configuration paysagère et la disponibilité d'habitats favorables à ces espèces.

À proximité de K2, la présence de haies multistrates, de prairies de pâturage, de boisement ainsi que de fermes offre des conditions propices aux chiroptères.

Pour K4, bien que les habitats propices soient moins nombreux, on retrouve tout de même à proximité un boisement, une prairie permanente humide et des exploitations agricoles.

Les haies, les boisements et les prairies constituent des corridors écologiques facilitant leurs déplacements et leurs activités de chasse, tandis que les bâtiments agricoles et les arbres à cavités peuvent servir de gîtes diurnes ou d'étapes lors des trajets entre zones d'alimentation et sites de repos.

Ainsi, ces éléments paysagers favorisent la présence et l'activité des chiroptères en fournissant des ressources trophiques (zones de chasse riches en insectes), des sites de gîtes et des linéaires de déplacement, ce qui peut expliquer les niveaux d'activité relevés lors du suivi sur cette éolienne.

Les tendances phénologiques semblent indiquer une activité plus élevée en octobre pour les deux éoliennes. Pour l'éolienne K4, cette augmentation d'activité est liée à une activité plus importante de la Pipistrelle commune durant ce mois. Au niveau de l'éolienne K2, cette augmentation d'activité est liée à une activité plus importante de la Pipistrelle commune mais aussi à la paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius durant ce mois. Cette activité pourrait être associée à la migration des Pipistrelle de Nathusius et à la dispersion des Pipistrelles communes et de Pipistrelle de Kuhl. Toutefois, cette tendance est à interpréter avec précaution en raison d'un manque de données en mars, en juin et en octobre.

Un pic d'activité a été observé durant les nuits des 30 septembre, 1^{er} et 6 octobre 2025. Ces variations pourraient s'expliquer par des conditions météorologiques plus favorables ces jours-là, notamment une diminution de la vitesse du vent et une hausse des températures par rapport au reste du mois.

3 Mesures correctives

3.1 Les oiseaux

3.1.1 Cut-in-speed

Au cours du suivi plusieurs espèces patrimoniales ont comptées parmi les découvertes de cadavres, notamment au niveau de l'éolienne K2, K3 et K4 :

- Un Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*) a été retrouvé sous K4 le 7 mai (collision avec pale),
- Deux Martinet noir (*Apus apus*) ont été retrouvés sous K2 le 24 juin (collision avec pale) et le 22 juillet (barotraumatisme),
- Un Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*) a été retrouvé sous K2 le 13 mai (collision avec pale),
- Une Buse variable (*Buteo buteo*) a été retrouvée sous K3 le 7 octobre (charronnage post-collision),
- Un Bruant jaune (*Emberiza citrinella*) a été retrouvé sous K2 le 9 septembre (collision avec pale).

Au regard de ces espèces, une mesure de réduction de la mortalité aviaire sera nécessaire à tester au niveau de l'éolienne K2 dans un premier temps.

Ainsi, le parc pourra faire l'objet d'un bridage de type cut-in-speed de jour sur l'éolienne K2 : mise en drapeau des pales des éoliennes aux vitesses de vents inférieures au démarrage de la production d'électricité par éolienne.

Suite aux mortalités avérées et aux enjeux sur les oiseaux diurnes sur le parc, il est demandé d'adapter un bridage de jour « Cut in speed » lors de la période de reproduction des oiseaux, du 1^{er} mai au 31 juillet, à 4 ms.

Cette mesure pourrait être testée sur l'année 2026 et durant la période de suivi mortalité.

3.2 Les chiroptères

3.2.1 Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique

3.2.1.1 Proposition d'ajustement pour K4

Afin de réduire le risque de collision et/ou barotraumatisme pour l'éolienne K4, il est possible d'ajuster certains paramètres de manière à obtenir un taux de couverture plus important. **Il est proposé ici d'augmenter le seuil de vitesse de vent pour la période automnale (du 1^{er} août au 31 octobre), passant de 6 m/s à 6,5 m/s, ainsi qu'un seuil de température** comme le montre le tableau suivant.

Tableau 50 : Proposition d'ajustement des paramètres de bridage pour K4

Période	Du 1 ^{er} avril au 31 juillet	Du 1 ^{er} août au 31 octobre
Vitesse de vent nacelle (m/s)	< 6 m/s	< 6,5 m/s
Température ambiante nacelle (°C)	9°C	11°C
Période de la nuit pour les éoliennes concernées	1h avant le coucher du soleil à 1h après le lever du soleil	1h avant le coucher du soleil à 1h après le lever du soleil
Conditions de précipitations préconisées	En l'absence de pluie	En l'absence de pluie

Cet ajustement sur cette période se justifie par rapport à la forte activité obtenue en 2025, notamment concernant la Pipistrelle commune.

Phénologie des contacts par grande période de bridage

Les zones en grise correspondent aux périodes de pannes de l'enregistreur

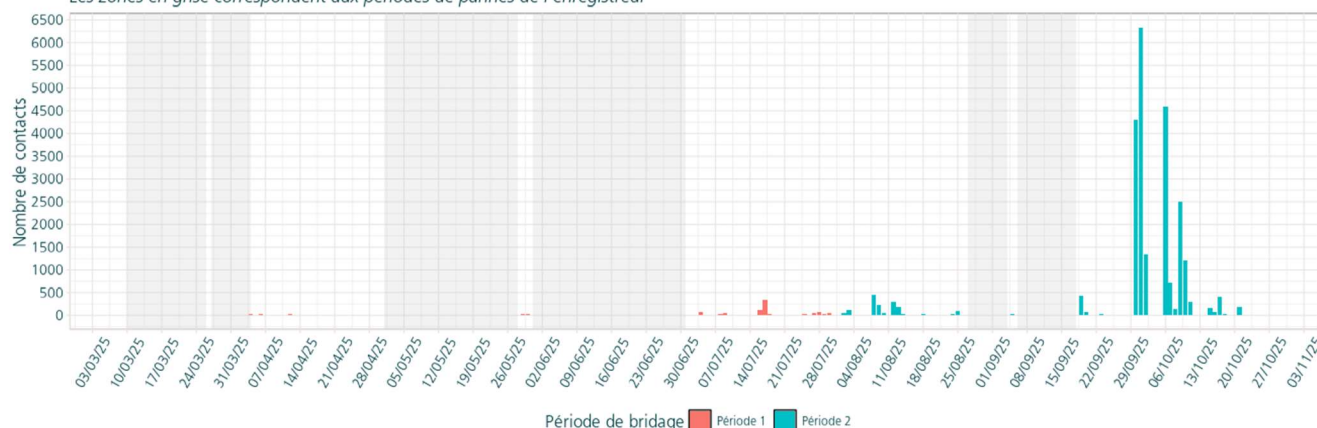
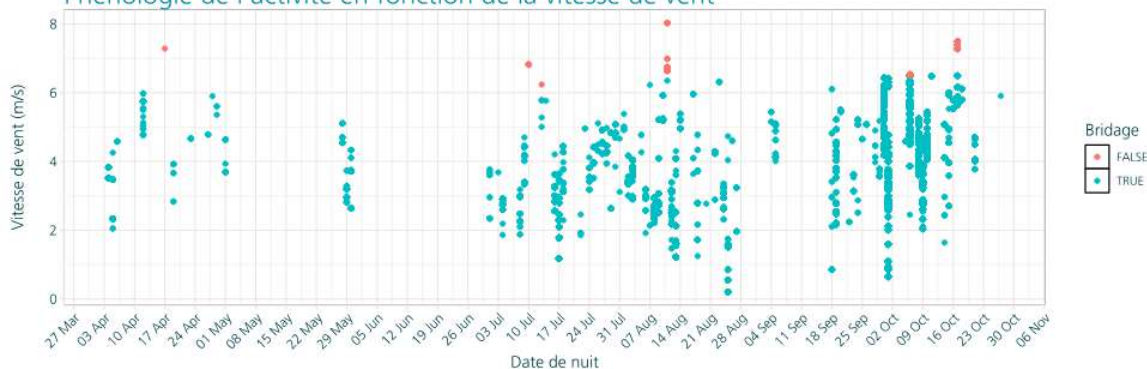


Figure 79 : Phénologie des contacts de K4 par grande période de bridage (Période 1 : 1^{er} avril au 31 juillet, Période 2 : 1^{er} août au 31 octobre)

Le graphique suivant illustre les contacts qui seraient couverts ou non par le bridage proposé, sur la base de l'activité obtenue en 2025, avec un seuil de vitesse de vent défini à 6,5 m/s et un seuil de température à 11°C en automne.

Phénologie de l'activité en fonction de la vitesse de vent



Phénologie de l'activité en fonction de la température

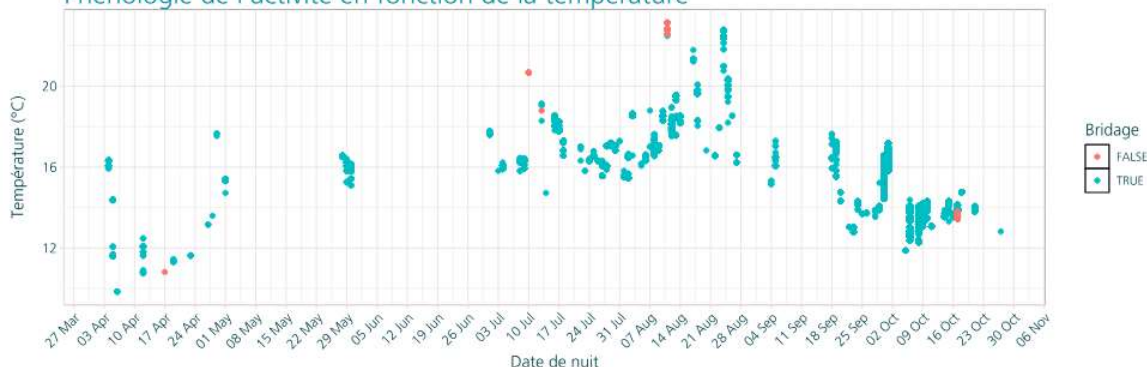


Figure 80 : Phénologie de l'activité de K4 en fonction de condition météorologique

Les taux de couverture obtenus avec l'application de ce bridage proposé sont donnés dans les tableaux suivants (la période 3 correspond à août-octobre).

Tableau 51 : Proportion d'activité traitée par la mise en place du bridage proposé sur K4 en 2025

Période 1

Code	Nombre total de contact	Nombre total de MP	Contacts traités	MP traitées	Contacts non traités	MP non traitées	Proportion de contact traités	Proportion de MP traitées
ENVsp	54	41	54	41	0	0	100.0%	100.0%
Eptser	450	119	450	119	0	0	100.0%	100.0%
Nyclei	3	1	3	1	0	0	100.0%	100.0%
Pip35	82	30	82	30	0	0	100.0%	100.0%
Pipkuh	34	9	34	9	0	0	100.0%	100.0%
Pipnat	4	2	4	2	0	0	100.0%	100.0%
PippiT	535	106	528	102	7	4	98.7%	96.2%

Période 2

Code	Nombre total de contact	Nombre total de MP	Contacts traités	MP traitées	Contacts non traités	MP non traitées	Proportion de contact traités	Proportion de MP traitées
ENVsp	51	40	51	40	0	0	100.0%	100.0%
Eptser	281	72	281	72	0	0	100.0%	100.0%
Myonat	1	1	1	1	0	0	100.0%	100.0%
Nyclei	8	4	8	4	0	0	100.0%	100.0%
Nycnoc	1	1	1	1	0	0	100.0%	100.0%
Pip35	990	173	985	171	5	2	99.5%	98.8%
Pipkuh	20	11	20	11	0	0	100.0%	100.0%
Pipnat	132	52	132	52	0	0	100.0%	100.0%
PippiT	23125	1975	22873	1938	252	37	98.9%	98.1%

Toute l'année

Code	Nombre total de contact	Nombre total de MP	Contacts traités	MP traitées	Contacts non traités	MP non traitées	Proportion de contact traités	Proportion de MP traitées
ENVsp	105	81	105	81	0	0	100.0%	100.0%
Eptser	731	191	731	191	0	0	100.0%	100.0%
Myonat	1	1	1	1	0	0	100.0%	100.0%
Nyclei	11	5	11	5	0	0	100.0%	100.0%
Nycnoc	1	1	1	1	0	0	100.0%	100.0%
Pip35	1072	203	1067	201	5	2	99.5%	99.0%
Pipkuh	54	20	54	20	0	0	100.0%	100.0%
Pipnat	136	54	136	54	0	0	100.0%	100.0%
PippiT	23660	2081	23401	2040	259	41	98.9%	98.0%
Total	25771	2637	25507	2594	264	43	99.0%	98.4%

Légende :

- Période 1 : 1^{er} avril au 31 juillet
- Période 2 : 1 août au 31 octobre
- Code espèce :
 - ENVsp : groupe des sérotines et noctules
 - Eptser : Sérotine commune
 - Myonat : Murin de Natterer
 - Nyclei : Noctule de Leisler
 - Nycnoc : Noctule commune
 - Pip35 : paire d'espèce Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius
 - Pipkuh : Pipistrelle de Kuhl
 - Pipnat : Pipistrelle de Nathusius
 - PippiT : Pipistrelle commune
- MP : minutes positives

La proposition de ce nouveau bridage pour K4 permettrait de couvrir le risque de collision de 98,4% des chauves-souris contactées entre avril et octobre 2025 à hauteur de nacelle, ce qui correspond au total à 43 minutes positives restantes à risque, dont 41 appartiennent à la Pipistrelle commune (la majorité en automne).

Cette proposition de bridage est jugée plus adaptée et permet ainsi de couvrir 146 minutes positives supplémentaires par rapport au bridage actuel.

3.2.1.2 Paramètre de bridage conventionnel pour K3 et K6

Étant donné le nombre de chiroptères retrouvés morts sous les éoliennes K3 et K6, il est conseillé d'appliquer les paramètres de bridage conventionnel de l'éolienne K4, en raison de leur proximité géographique. En effet, le suivi de mortalité a permis de découvrir 5 chiroptères dont 3 au niveau de l'éolienne K3 et deux au niveau de l'éolienne K6.

Les paramètres considérés ci-après correspondent aux conditions cumulatives, c'est-à-dire que l'asservissement n'est mis en œuvre que lorsque l'ensemble des conditions sont réunies simultanément.

Il est possible d'envisager un bridage avec des seuils de vent différents ou des périodes de l'année différentes. Il est proposé de mettre un bridage conventionnel avec un seuil de vent passant de 6 m/s à 6,5 m/s et de 9°C à 11°C en automne. L'ensemble des paramètres du bridage est précisé dans le tableau suivant.

Tableau 52 : Paramètres des bridages conventionnels pour K3 et K6

Période	Du 1er avril au 31 juillet	Du 1 ^{er} août au 31 octobre
Vitesse de vent nacelle (m/s)	< 6 m/s	< 6,5 m/s
Température ambiante nacelle (°C)	9°C	11°C
Période de la nuit pour les éoliennes concernées	1h avant le coucher du soleil à 1h après le lever du soleil	1h avant le coucher du soleil à 1h après le lever du soleil
Conditions de précipitations préconisées	En l'absence de pluie	En l'absence de pluie

Le bridage conventionnel proposé pour K3 et K6 est le même que K4, celui-ci a été testé et montre un taux de couverture théorique de l'activité toutes espèces confondues de 98,4 %.

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.

3.2.1.3 Conclusion

Le suivi réalisé en 2025 en nacelle des éoliennes K4 et K2 du parc de Kerbenet à Plouigneau (29) ont permis de collecter respectivement 2081 et 1138 minutes positives, ayant pu être corrélées à des données météorologiques et ayant servi de base pour l'évaluation du bridage conventionnel mis en place entre avril et octobre 2025.

Ainsi, sur la base du suivi réalisé en nacelle des deux éoliennes en 2025, il ressort que le bridage a permis de couvrir le risque de collision :

- **Pour K4, de 92,8% des chauves-souris, correspondant à 189 minutes positives restantes à risque** (dont 181 appartenant à la Pipistrelle commune, la majorité en automne). Ce bridage permet d'atteindre un taux de couverture supérieur à 90% de l'activité globale, cependant le nombre de minutes restant à risque sur l'année est trop important.
- **Pour K2, de 99,2% des chauves-souris, correspondant à 9 minutes positives restantes à risque** (dont 5 appartenant au groupe des sérotines et noctules en automne). Ce bridage est jugé pertinent et efficace, il devra être maintenu à l'identique en 2026.

Pour K4 et afin de réduire le risque de collision et/ou barotraumatisme, un ajustement du seuil de vitesse de vent pour la période automnale est proposé, en le passant de 6 m/s à 6,5 m/s pour la période du 1^{er} août au 31 octobre ainsi que l'ajout d'un seuil de température. Ce nouveau bridage permettrait de couvrir le risque de collision de 98,4% des chauves-souris contactées entre avril et octobre 2025 à hauteur de nacelle, ce qui correspond au total à 43 minutes positives restantes à risque (dont 41 appartiennent à la Pipistrelle commune, la majorité en automne). Cette proposition de bridage est jugée plus adaptée et permet ainsi de couvrir 146 minutes positives supplémentaires par rapport au bridage actuel. Ces modalités de bridage seront appliquées également aux éoliennes K3 et K6, **étant donné le nombre de chiroptères retrouvés morts sous ces éoliennes et en raison de leur proximité géographique.**

Au regard des taux de couverture obtenus en 2025, et de la prise en compte de cet ajustement pour K4 et de la mise en place d'un bridage pour K3 et K6, **l'application d'un bridage dynamique en surimposition (appelé bridage combiné) n'est pas jugée nécessaire à ce stade.**

Pour rappel, un bridage combiné est un type de bridage alliant un bridage statique et un bridage dynamique. Le bridage dynamique permet d'arrêter les éoliennes uniquement en fonction de l'activité mesurée des chauves-souris. Souvent couplé à un bridage statique atténué, il améliore encore l'efficacité globale de la protection par rapport à un bridage statique seul.

Dans le cadre d'un bridage combiné, l'asservissement dynamique prend le relais lorsque les paramètres du statique (seuil de vent) n'engendrent pas d'arrêt des éoliennes. L'activité des chauves-souris qui a lieu pour des vitesses de vent plus importantes est en théorie, quasiment totalement couverte. Ceci permet de protéger, par l'asservissement en temps réel, le maximum de contacts non couverts par le bridage statique.

Notons enfin que ce type d'analyse ne prend pas en compte les variations annuelles d'activité des chauves-souris et des conditions météorologiques ; les proportions d'activités protégées par les paramètres de bridage peuvent évoluer selon les années.

4 Conclusions

4.1 Avifaune

Pour les conclusions concernant les oiseaux :

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 53 à 75 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), la borne inférieure de l'intervalle de confiance est comprise entre 23 à 29 individus et la borne supérieure est de 114 à 165 individus pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude importante.

L'éolienne K4 présente, à la fois, la mortalité probable la plus forte ainsi que les plus fortes incertitudes. Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne K4 sont comprises entre 17 et 23 individus sur une période de 197 jours de suivi. La borne supérieure de l'intervalle de confiance (IC 95%) est comprise entre 72 à 115 individus alors que la borne inférieure est comprise entre 1 à 2 individus. D'après l'estimateur d'Huso, l'intervalle de confiance à 95% pour la vraie valeur de mortalité s'étend de 2 à 75 cadavres. L'observation a été réalisée le 7 mai 2025 (Pinson des arbres).

L'éolienne K2 est celle qui présente le plus de découvertes cadavres (n=4). Les estimations les plus probables de mortalité, selon les méthodes d'estimation, sont comprises entre 13 à 15 individus sur une période de 197 jours de suivi (Tableau 28).

Les 4 observations ont été réalisées sur une période assez étendue, entre le 13 mai et le 9 septembre 2025 (Martinet noir, Chardonneret élégant et Bruant jaune).

L'éolienne K4 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, K2, K3 et K6. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres. Seules K2 et K4 semblent proches et différentes de K3 et K6 (difficilement discernables entre elles).

Les éoliennes K4 et K2 semblent particulièrement mortifères pour les oiseaux, avec un quantile de mortalité estimée de 99,9% et 98,2%, soit un niveau de mortalité estimée très fort et une mortalité estimée plus importante que 99% et 98% des cas de mortalité par éolienne sur les parcs suivis par Biotope depuis 2019.

Plusieurs espèces patrimoniales ont une cause de mortalité imputable aux éoliennes : le Bruant jaune est classé comme vulnérable sur la liste rouge française et considéré comme quasi-menacé en Bretagne. Le Chardonneret élégant, quant à lui, est répertorié comme vulnérable dans les deux listes rouges. Enfin, le Martinet noir est classé comme quasi-menacé à la fois sur les listes rouges européenne et française. **Le nombre de cadavres retrouvés et la phénologie des espèces permettent de conclure à une significativité du parc sur l'avifaune.**

Le parc pourra faire l'objet d'un bridage de type cut-in-speed de jour sur l'éolienne K2 dans un premier temps : mise en drapeau des pales des éoliennes aux vitesses de vent inférieures au démarrage de la production d'électricité par éolienne. Suite aux mortalités avérées et aux enjeux sur les oiseaux diurnes sur le parc, il est demandé d'adapter un bridage de jour « Cut in speed » de S12 à S43 à 4 ms. Cette mesure pourrait être testée sur l'année 2026 et durant la période de suivi mortalité.

4.2 Chiroptères

Concernant les chauves-souris :

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est comprise entre 53 et 69 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), la borne inférieure de l'intervalle de confiance est comprise entre 24 et 31 individus et la borne supérieure entre 108 et 154 individus pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude assez importante.

L'éolienne K3 présente, à la fois, le plus de découvertes de cadavres (n=3) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne K3 sont comprises entre 18 et 19 individus sur une période de 197 jours de suivi. La borne supérieure de l'intervalle de confiance (IC 95%) est comprise entre 44 et 51

individus alors que la borne inférieure est comprise entre 5 et 6 individus. Les 3 observations ont été réalisées sur une période assez étendue entre le 1 juillet et le 12 août 2025 (Pipistrelle commune et Sérotine commune).

L'éolienne K3 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, K6, K4 et K2. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres.

D'après le référentiel de mortalité Biotope, les éoliennes K3 et K6 semblent particulièrement mortifères pour les chiroptères, avec un quantile de mortalité estimée de 97,8% et de 97,5%, soit un niveau de mortalité estimée très fort et une mortalité estimée plus importante que 97% des cas de mortalité par éolienne estimée sur les parcs suivis par Biotope depuis 2019.

L'espèce la plus découverte durant le suivi de mortalité correspond à l'espèce la plus contactée en altitude durant le suivi acoustique en altitude. Cette espèce est la Pipistrelle commune, et quatre cadavres ont été découverts, dont deux sous K6 et deux sous K3 pendant le suivi de mortalité. Les observations révèlent un décalage entre la phénologie des découvertes de cadavres et celle de l'activité acoustique en altitude. En effet, les cadavres retrouvés en juillet et août sous l'éolienne K3 ne correspondent pas à un pic d'activité spécifique, mais ils ont été retrouvés pendant la période de mise-bas, une période sensible. C'est également le cas pour les cadavres découverts en août sous les éoliennes K3 et K6. En revanche, lors du pic d'activité acoustique enregistré en octobre 2025 au niveau des éoliennes K3 et K6, aucune chauve-souris morte n'a été retrouvée sous K4 et K2, seules celles découvertes sous K6 coïncident avec un pic d'activité pendant la période de migration. À noter qu'aucun cadavre de chauve-souris sur l'ensemble du suivi n'a été découvert sous les éoliennes équipées d'enregistreurs.

Cette espèce patrimoniale figure sur les listes rouges de France et de Bretagne, classée comme « Quasi-menacée » et « Préoccupation mineure » et à l'Annexe IV de la Directive Habitat. À noter que, selon les données Dürr de 2025, la Pipistrelle commune est la première espèce la plus impactée par les éoliennes en Europe et en France. **Le nombre de cadavres retrouvés et la phénologie des espèces permettent de conclure à une significativité du parc sur les chiroptères.**

Dans le cas du parc de Kernebet, un bridage des éoliennes K2 et K4 avait été mis en œuvre en 2024. Au regard des résultats, il apparaît nécessaire de maintenir le bridage sur l'éolienne K2, d'ajuster le bridage sur K4 et de mettre en place un bridage sur les éoliennes K3 et K6.

5 Bibliographie

- Q 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.
- Q 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.
- Q ARNETT E. B., ERICKSON W., KERNS J. & HORN J., 2005. – Relationship between bats and wind turbine in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. – Bats and Wind Energy Cooperative, 168 p.
- Q 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.
- Q 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.
- Q 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.
- Q 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.
- Q 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.
- Q 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.
- Q 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. K2966.
- Q BROWN R. ET AL. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.
- Q 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>.
- Q 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.
- Q 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.
- Q 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.
- Q DÜRR, T. (2023). Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe.
- Q 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.
- Q FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.
- Q FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.
- Q 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
- Q 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.
- Q GROUPE CHIROPTÈRES DE LA SFEPM, 2016. Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres Actualisation 2016des recommandations SFEPM, Version 2.1(février2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 33 pages+ annexes

- HAQUART A., 2013 - Référentiel d'activité des chiroptères, éléments pour l'interprétation des dénombrements de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française : Biotope, École Pratique des Hautes Études, 99 p.
- HAQUART A., 2015. — ACTICHIRO, un référentiel pour l'interprétation des dénombrements de Chiroptères avec les méthodes acoustique en France. *Symbiose* (34-35): 1-9.
- HAQUART, A., BAS, Y., TRANCHARD, J. & LAGRANGE, H., 2012. Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mats de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. Présentation. In Rencontres nationales "chauves-souris" 2012.
- HARTER N. 2015. Eoliennes et mortalité des chiroptères : synthèse des résultats du suivi d'une quinzaine de parcs éoliens en Champagne-Ardenne. Rencontre chiroptères Grand-Est, Saint-Brisson, 16-18 octobre 2015. 15p.
- HUSO, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052 19 p.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe: A review of banding data and literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* No. 28: 1-172.
- KORNER-NIEVERGELT F, BEHR O, BRINKMANN R, ETTERTSON MA, HUSO MM, DALTHORP D, KORNER-NIEVERGELT P, ROTH T and NIEMANN I (2015). "Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial." *Wildlife Biology*, pp. 30-43.
- KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN, R., NIEMANN, 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, Octobre 2015, 40p.
- MITCHELL-JONES A.J., AMORI G., BOGDANOWICZ W., KRYŠTUFK B., REIJNDERS P.J.H., SPITZENBERGER F., STUBBE M., THISSEN J.B.M., VOHRÁLIK V. & ZIMA J., 1999 - The atlas of European mammals, *Societas Europaea Mammalogica*, Poyser National History, 484 p.
- 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.

- Q 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

- Q 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/#>
- Q SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFÈRES - <http://www.sfepm.org>.
- Q ECOLOGIE ACOUSTIQUE DES CHIROPTÈRES - <http://ecologieacoustique.fr/>

6 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
07/05/2025	K4	Fringilla coelebs	Pinson des arbres	Frais	Adulte	Femelle	Collision avec pale	0 m
13/05/2025	K2	Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	En décomposition	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	23 m
24/06/2025	K2	Apus apus	Martinet noir	Frais	Adulte	Mâle probable	Collision avec pale	31 m
01/07/2025	K3	Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	Frais	Adulte	Mâle	Collision avec pale	3 m
22/07/2025	K2	Apus apus	Martinet noir	Frais	Adulte	Femelle probable	Barotraumatisme	33 m
05/08/2025	K3	Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	Frais	Adulte	Femelle	Barotraumatisme	25 m
12/08/2025	K3	Eptesicus serotinus	Sérotine commune	Sec	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	30 m
12/08/2025	K6	Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	En décomposition	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	1 m
09/09/2025	K2	Emberiza citrinella	Bruant jaune	En décomposition	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	30 m
07/10/2025	K3	Buteo buteo	Buse variable	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Charognage cadavre post-collision	37 m
21/10/2025	K6	Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	En décomposition	Adulte	Mâle	Collision avec pale	30 m
07/05/2025	K4	Fringilla coelebs	Pinson des arbres	Frais	Adulte	Femelle	Collision avec pale	0

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

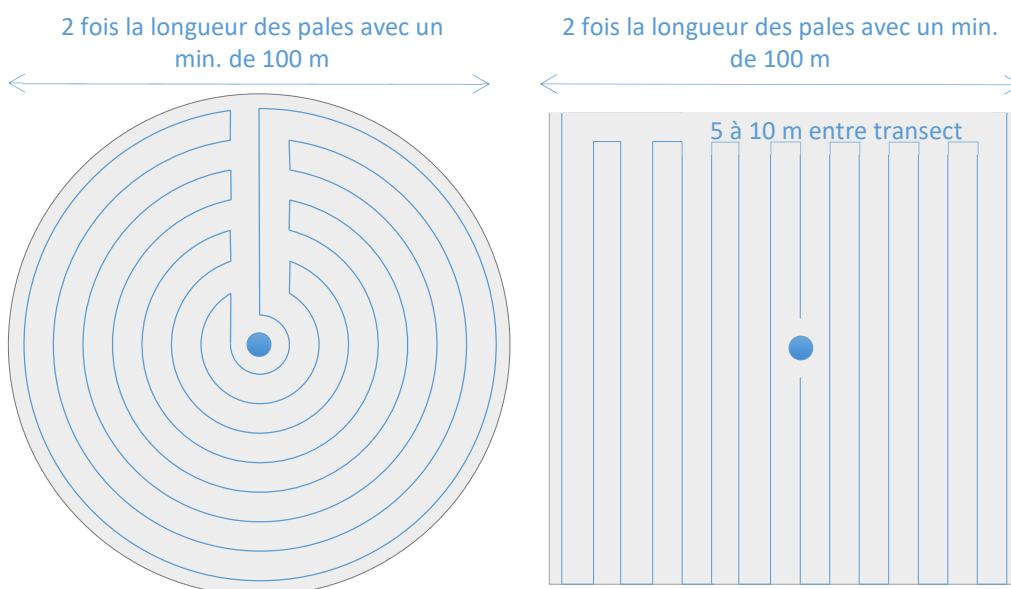


Figure 82 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).

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

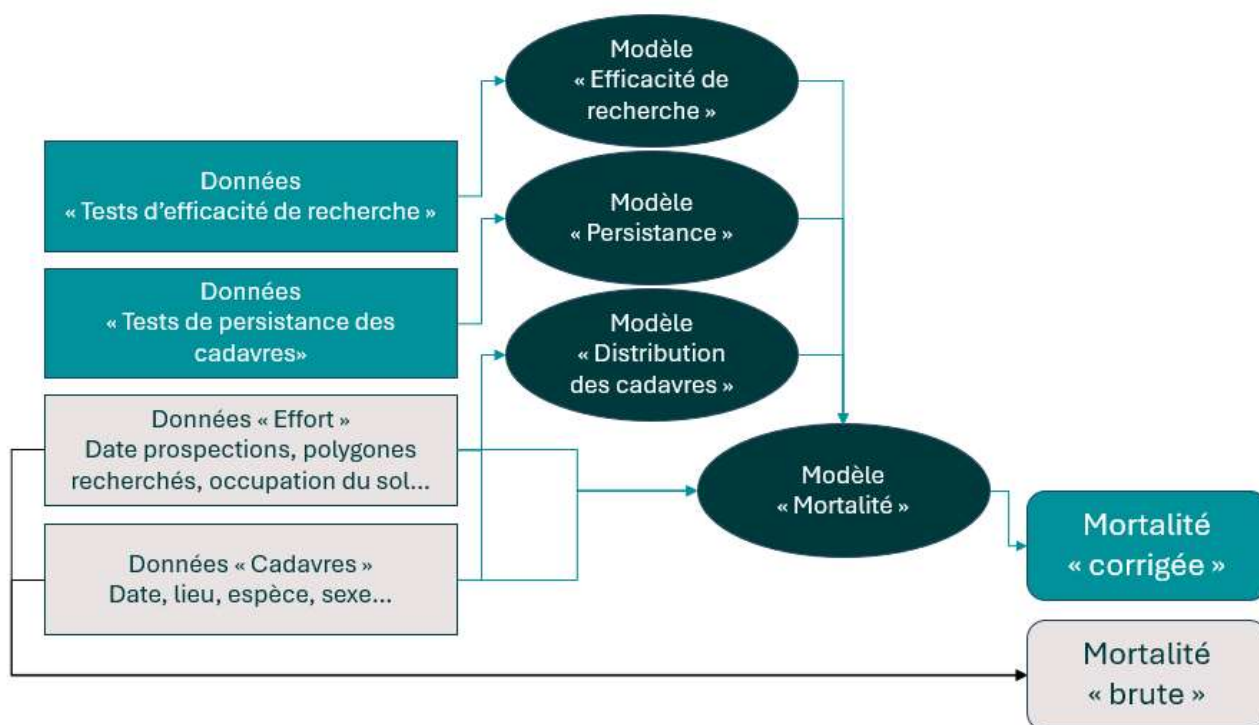


Figure 83 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalité brute et corrigée

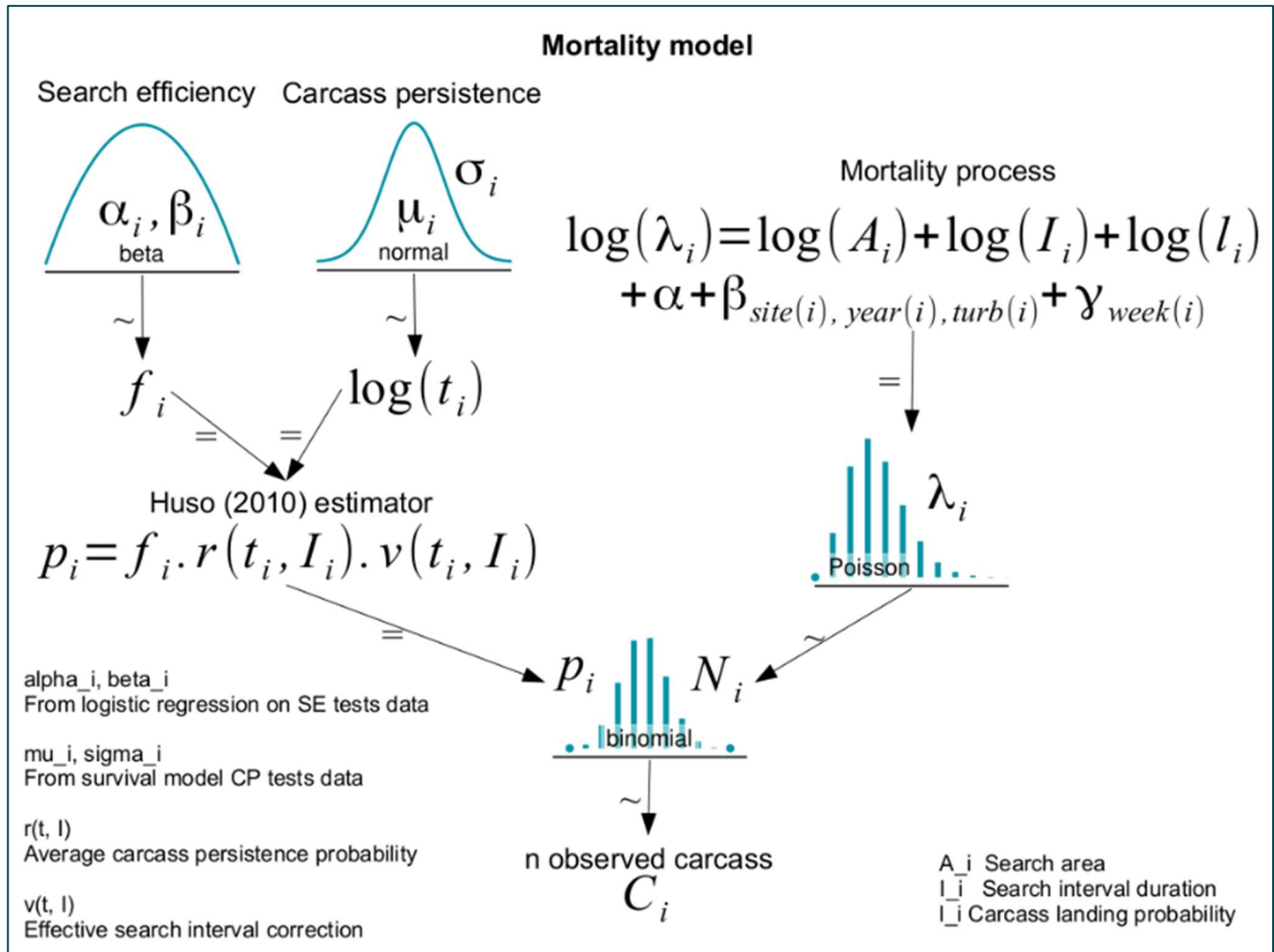


Figure 84 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée

Principales limites de comparaison et d'interprétation concernant l'utilisation du référentiel mortalité corrigée

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

- *Persistence* : ajout d'effets aléatoires sites, turbines, années, loi de distribution uniquement 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 concentriques ;
- *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 leures 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 leures, une dizaine d'OCS différentes, conditions environnementales propre au site d'étude, temporalité courte (1 année entre S20 et S43).

7 Index des tableaux, cartes et figures

Index des tableaux

Tableau 1 : Paramétrage de l'/des enregistreur(s) en hauteur	14
Tableau 2 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période	15
Tableau 3 : Identification des espèces de chiroptères	17
Tableau 4 : Référentiel ActiChiro-Altitude utilisé pour cette étude	19
Tableau 5 : Prospections de terrain et informations météorologiques	24
Tableau 6 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 2 tests).	26
Tableau 7 : Équipe de travail	27
Tableau 8 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en hauteur sur le parc de Kernebet en, 2025.	29
Tableau 9 : Nombre de contacts obtenus au niveau de K4 pour chaque espèce/groupe d'espèces à 70 m	30
Tableau 10 : Nombre de contacts obtenus au niveau de K2 pour chaque espèce/groupe d'espèces à 70 m	31
Tableau 11 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K4 en période printanière	32
Tableau 12 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K4 en période estivale	33
Tableau 13 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K4 en période automnale	34
Tableau 14 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K2 en période printanière	35
Tableau 15 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K2 en période estivale	36
Tableau 16 : Synthèse de l'activité des chiroptères obtenue en hauteur au niveau de K2 en période automnale	37
Tableau 17 : Proportions des contacts obtenus en altitude au niveau de K4 en fonction de la durée après le coucher du soleil	46
Tableau 18 : Proportions des contacts obtenus en altitude au niveau de K2 en fonction de la durée après le coucher du soleil	54
Tableau 19 : Croisement des informations sur l'évaluation de l'activité en altitude issues des deux suivis.	55
Tableau 20 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (70 m) au niveau de K4 en fonction de la vitesse du vent	60
Tableau 21 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane au niveau de K4 en fonction de la température	63
Tableau 22 : Proportions des contacts obtenus en hauteur (70 m) au niveau de K2 en fonction de la vitesse du vent	66
Tableau 23 : Proportions des contacts obtenus au-dessus de la médiane au niveau de K2 en fonction de la température	69
Tableau 24 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 26/02/2025 ; Dürr, 2025) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope (mis à jour en septembre 2025) 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.)	79
Tableau 25 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Kernebet	79

Tableau 26 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 26/02/2025) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope (mis à jour en septembre 2025) pour des chiroptères impactés par les parcs éoliens en Europe et en France métropolitaine.	80
Tableau 27 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le parc de Kernebet	81
Tableau 28 : 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 (29 passages). Les zones en blanc représentent occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).	82
Tableau 29 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 29 passages	85
Tableau 30 : 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.	86
Tableau 31 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par éolienne pour tous les cas de figure de recouvrement de la végétation rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées à dire d'expert sont indiquées en gras.	86
Tableau 32 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation	87
Tableau 33 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Kernebet sur la période du suivi	88
Tableau 34 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Kernebet sur la période du suivi	90
Tableau 35 : Projection de la mortalité estimée par éolienne sur les quantiles de mortalité du référentiel mortalité Biotope	91
Tableau 36 : Evolution du coefficient correcteur surfacique entre 2024 et 2025 pour le parc de Kernebet	93
Tableau 37 : Comparaison des estimations de la persistance moyennes par année sur le parc de Kernebet	93
Tableau 38 : Résultats des estimations de la détections des cadavres pour chaque éolienne pour les deux suivis.	94
Tableau 39 : Bilan des probabilités globales de détection par année et par éolienne en utilisant l'estimateur de Huso (2010).	94
Tableau 40 : Mortalité brute des oiseaux au sein du parc de Kernebet entre 2024 et 2025	95
Tableau 41 : Mortalité brute des chiroptères au sein du parc de Kernebet entre 2024 et 2025	96
Tableau 42 : Synthèse des cas de mortalité observée sur le parc de Kernebet en 2025	97
Tableau 43 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité	99
Tableau 44 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 70 m au niveau de l'éolienne K4	103
Tableau 45 : Nombre de contacts obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces à 70 m au niveau de l'éolienne K2	104
Tableau 46 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces	107
Tableau 47 : Paramètre de bridage conventionnel pour le parc éolien de Kernebet.	108
Tableau 48 : Proportion d'activité traitée par la mise en place du bridage sur K4 en 2025 (par période et toute l'année)	109
Tableau 49 : Proportion d'activité traitée par la mise en place du bridage sur K2 en 2025 (par période et toute l'année)	111
Tableau 50 : Proposition d'ajustement des paramètres de bridage pour K4	114
Tableau 51 : Proportion d'activité traitée par la mise en place du bridage proposé sur K4 en 2025	116
Tableau 52 : Paramètres des bridages conventionnels pour K3 et K6	117

Index des figures

Figure 1 : Localisation de l'implantation du microphone en nacelle. © Biotope.	14
Figure 2 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne K4 du parc de Kernebet	16
Figure 3 : Cumul des nouvelles espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage du suivi en hauteur sur l'éolienne K2 du parc de Kernebet	16
Figure 4 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope	17
Figure 5 : Répartition spatiale des points-nuits pour le référentiel altitude	19
Figure 6 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude	21
Figure 7. Schéma temporel de la vitesse du vent à 70 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne K4 du parc de Kernebet, entre mars et août 2025	22
Figure 8. Schéma temporel de la vitesse du vent à 70 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne K2 du parc de Kernebet, entre mars et août 2025	22
Figure 9. Schéma temporel de la température à 70 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne K4 du parc de Kernebet, entre mars et août 2025	23
Figure 10. Schéma temporel de la température à 70 m sur l'ensemble du suivi mené depuis l'éolienne K2 du parc de Kernebet, entre mars et août 2025	23
Figure 11 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	26
Figure 12 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (70 m) au niveau de l'éolienne K4 de mars à octobre 2025	38
Figure 13 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (70 m) au niveau de l'éolienne K4 de mars à octobre 2025	39
Figure 14 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne K4 en 2025.	39
Figure 15 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la paire Pipistrelle de Kuhl / Nathusius, en altitude sur l'éolienne K4 en 2025.	40
Figure 16 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe des « sérotules », en altitude sur l'éolienne K4 en 2025.	41
Figure 17 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le Murin de Natterer, en altitude sur l'éolienne K4 en 2025.	41
Figure 18 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, au niveau de K4 en altitude (70 m), toutes espèces confondues, de mars à octobre 2025	42
Figure 19 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, au niveau de K4 en altitude (70 m) et toutes espèces confondues	43
Figure 20 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, au niveau de K4 en altitude (70 m)	44
Figure 21 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, pour la Pipistrelle commune, au niveau de K4 en hauteur (70 m)	44
Figure 22 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, pour la Pipistrelle de Nathusius, au niveau de K4 en hauteur (70 m)	45
Figure 23 : Distribution et migration de la Pipistrelle de Nathusius (source : GMB, 2017)	45
Figure 24 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (70 m) au niveau de l'éolienne K2 de mars à octobre 2025	47
Figure 25 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, enregistré en altitude (70 m) au niveau de l'éolienne K2 de mars à octobre 2025	48
Figure 26 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne K2 en 2025.	49
Figure 27 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la paire Pipistrelle de Kuhl / Nathusius, en altitude sur l'éolienne K2 en 2025.	49

Figure 28 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour le groupe des « sérotules », en altitude sur l'éolienne K2 en 2025.	50
Figure 29 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour l'Oreillard roux, la Barbastelle d'Europe et le groupe des petits murins, en altitude sur l'éolienne K2 en 2025.	51
Figure 30 : Nombre de contacts par tranche horaire, après le coucher du soleil, au niveau de K2 en altitude (70 m), toutes espèces confondues, de mars à octobre 2025	52
Figure 31 : Nombre de contacts par tranche horaire en fonction de la période de l'année, après le coucher du soleil, au niveau de K2 en altitude (70 m) et toutes espèces confondues	53
Figure 32 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, au niveau de K2 en altitude (70 m)	53
Figure 33 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, pour la Pipistrelle commune, au niveau de K2 en hauteur (70 m)	54
Figure 34 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne K4 du parc de Kernebet en 2024.	57
Figure 35 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne K2 du parc de Kernebet en 2024.	57
Figure 36 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne K4 du parc de Kernebet en 2025.	58
Figure 37 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne K2 du parc de Kernebet en 2025.	58
Figure 38 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K4 du parc de Kernebet	59
Figure 39 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K4 du parc de Kernebet	60
Figure 40 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K4 du parc de Kernebet	61
Figure 41 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K4 du parc de Kernebet	62
Figure 42 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K4 du parc de Kernebet	62
Figure 43 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne au niveau de K4, pour les contacts enregistrés en altitude (70 m)	63
Figure 44 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris au niveau de K4 (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 70 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris	64
Figure 45 : 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	64
Figure 46 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K2 du parc de Kernebet	65
Figure 47 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de vitesse de vent (m/s) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K2 du parc de Kernebet	66
Figure 48 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur le site, pour les contacts en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K2 du parc de Kernebet	67
Figure 49 : Densité des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K2 du parc de Kernebet	68
Figure 50 : Répartition des contacts de chauves-souris par classe de température nocturne température (°C) en hauteur (70 m) au niveau de l'éolienne K2 du parc de Kernebet	68
Figure 51 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne au niveau de K2, pour les contacts enregistrés en altitude (70 m)	69
Figure 52 : Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris au niveau de K2 (2 variables : vitesse du vent et température) en altitude à 70 m. Les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris	70

Figure 53 : 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	70
Figure 54 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Kernebet	73
Figure 55 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Kernebet dont la cause de mortalité est imputable aux éoliennes	75
Figure 56 : Nombre de cadavres découverts par éolienne	76
Figure 57 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Kernebet. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.	77
Figure 58 : 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.	78
Figure 59 : 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).	81
Figure 60 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	83
Figure 61 : Occupation du sol pour les éoliennes K2, K4, K4, K6 (de gauche à droite et de haut en bas) le 7 mai 2025 (premier passage en haut) et le 19 août 2025 (passage 20)	84
Figure 62 : 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).	84
Figure 63 : Durées de persistance moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation	85
Figure 64 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Kernebet au cours du suivi de 2025 sur 197 jours	89
Figure 65 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Kernebet au cours du suivi de 2025 sur 197 jours	91
Figure 66 : Projection de la mortalité estimée par turbine issue du parc de Kernebet sur la répartition empirique des estimations de mortalité du référentiel mortalité estimée de Biotope.	92
Figure 67 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Kernebet	100
Figure 68 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau de l'éolienne K4 sur la période de réalisation du suivi mortalité	101
Figure 69 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau de l'éolienne K2 sur la période de réalisation du suivi mortalité	101
Figure 70 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne K4 de Kernebet sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2025	102
Figure 71 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne K2 de Kernebet sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2025	102
Figure 72 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Kernebet	103
Figure 73 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne K4 en 2025.	105
Figure 74 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure nuit, pour la Pipistrelle commune, en altitude sur l'éolienne K2 en 2025.	105
Figure 75 : Eolienne K4 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2025	106
Figure 76 : Eolienne K2 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2025	107
Figure 77 : Phénologie de l'activité de K4 en fonction de condition météorologique	109
Figure 78 : Phénologie de l'activité de K2 en fonction de condition météorologique	111

Figure 79 : Phénologie des contacts de K4 par grande période de bridage (Période 1 : 1 ^{er} avril au 31 juillet, Période 2 : 1 ^{er} août au 31 octobre)	115
Figure 80 : Phénologie de l'activité de K4 en fonction de condition météorologique	115
Figure 81 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018	126
Figure 82 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).	126
Figure 83 : Méthodologie simplifiée pour l'obtention des référentiels mortalité brute et corrigée	129
Figure 84 : Méthodologie détaillée de la modélisation du référentiel mortalité corrigée	130

Index des cartes

Carte 1 : Localisation des éoliennes et zones de recherche du suivi mortalité du parc éolien de Kernebet	7
Carte 2 : Localisation des éoliennes et des enregistreurs du parc éolien de Kernebet	13



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

