



NEOEN

NEOEN

Parc éolien de Chassepain

Communes de Saint-Chartier et de Saint-
Aoùt (36)

18 mars 2024

**Suivi de l'activité des
chiroptères en
altitude (5ème année
– 2023)**



biotopé

Information sur le document

Citation recommandée	Biotope, 2024 – Suivi de l'activité des chiroptères en altitude (5ème année – 2023) - Parc éolien de Chassepain - Communes de Saint-Chartier et de Saint-Août (36) - NEOEN - 51 p.		
Nom de fichier	Chassepain_NEOEN_SuiviAltitude2023_Biotope_VF.docx		
N° de contrat	2019085-5		
Date de démarrage de la mission	22/03/2023		
Maître d'ouvrage	NEOEN Immeuble Skyline 1 bis mail Pablo Picasso 44000 Nantes		
Interlocuteur	Bérénice VANPOULLE <i>Asset Manager</i>	Contact : berenice.vanpouille@neoen.com 06 34 26 32 34	
Biotope, Responsable du projet	Julien TRANCHARD (JTR) <i>Chargé d'études fauniste</i>	Contact : jtranchard@biotope.fr 06 35 46 29 01	
Biotope, Contrôleur qualité	Julien TRANCHARD (JTR) <i>Chargé d'études fauniste</i>	Contact : jtranchard@biotope.fr 06 35 46 29 01	
Version 1	Rédacteur : Mathilde POIROT – février 2024	Contrôle qualité : Julien TRANCHARD (JTR) – 13/022/2024	Description des modifications apportées au document : ● Création du document.
Version 2	Rédacteur : Julien TRANCHARD (JTR) – 18/03/2024	Contrôle qualité : Julien TRANCHARD (JTR) – 18/03/2024	Description des modifications apportées au document : ● Intégration retour NEOEN
Version 3	Rédacteur : Julien TRANCHARD (JTR) – 25/03/2024	Contrôle qualité : Julien TRANCHARD (JTR) – 25/03/2024	Description des modifications apportées au document : ● Modification 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 Chassepain (Indre) a été mis en service en juillet 2018.

Au regard des engagements pris par le porteur de projet au stade de développement (étude d'impact), notamment les mesures de suivi faisant suite à l'avis de la DREAL (version modifiée) et, en second lieu, au regard des préconisations issues du protocole national de suivi des parcs éoliens (validé en novembre 2015), la société NEOEN a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien en 2023 ainsi que pour la réalisation d'une écoute des chiroptères en nacelle. Un suivi visuel des Grues cendrées a également été réalisé en 2023.

Des précédents suivis de mortalité ont eu lieu en 2019, en 2020, en 2021 et en 2022 (suivis conformes au protocole national).

A noter que des conditions de bridage du parc sont définies dans l'arrêté préfectoral de création du parc de 2015 : « *Pour prévenir les risques de collisions avec les chiroptères, les aérogénérateurs sont mis à l'arrêt 30 minutes avant le coucher du soleil et jusqu'à 2 heures après le coucher du soleil, sur la période allant du 1^{er} juillet au 15 octobre, lorsque la vitesse des vents est inférieure à 6m/s.* ». Les suivis de 2019 et 2020 ont mis en évidence des dysfonctionnements de mise en œuvre de ce bridage. Des corrections ont été apportées en 2021 de manière à rendre ce bridage effectif.

Le présent document présente les résultats du suivi réalisé en 2023 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 Chassepain. Une comparaison des résultats obtenus avec les années antérieures de suivi a également été effectuée (comparaison réalisée sur la période du suivi de 2023).

Sommaire

1	Contexte - Présentation du parc éolien et méthodologie	5
1.1	Présentation du parc	5
1.2	Collecte des données	7
1.2.1	Paramétrage des enregistreurs	7
1.2.2	Efforts d'échantillonnage en 2023	7
1.2.3	Analyse des sons et identification des espèces	7
1.2.4	Détermination automatique du signal	8
1.2.5	Validation et identification des espèces par un chiroptérologue	8
1.3	Évaluation du niveau d'activité chiroptérologique en hauteur	9
1.3.1	Unité de mesure de l'activité	9
1.3.2	Évaluation du niveau d'activité – Référentiel Actichiro®	9
1.3.3	Référentiel Actichiro® dédié à cette étude	10
1.4	Limites méthodologiques	13
1.4.1	Détermination acoustique	13
1.4.2	Représentativité des inventaires	13
1.5	Acquisition des données météorologiques	14
1.6	Croisement des données	16
1.7	Équipe de travail	16
2	Synthèse et analyse des résultats	17
2.1	Analyse détaillée de l'activité des chiroptères contactés en altitude	17
2.1.1	Bibliographie	17
2.1.2	Espèces contactées	17
2.1.3	Analyse générale de l'activité des chiroptères	19
2.1.4	Analyse détaillée de l'activité mensuelle des chiroptères en hauteur	22
2.1.5	Analyse de l'activité des chiroptères en fonction de l'heure	27
2.2	Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques	30
2.2.1	Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 95 m.	30
2.2.2	Activité en fonction de la température mesurée à 95 m.	33
2.2.3	Combinaison des facteurs température et vitesse de vent	36
3	Synthèse de l'écoute de l'activité des chiroptères	39
3.1	Bilan des suivis en 2023	39
3.2	Comparaison résultats 2019-2021-2022-2023	40
3.3	Asservissement éolien en fonction de l'activité chiroptérologique	43
4	Bibliographie	47
5	Index des tableaux, cartes et figures	48

1 Contexte - Présentation du parc éolien et méthodologie

1.1 Présentation du parc

Le parc de Chassepain se situe dans le département de l'Indre (36), en région Centre-Val de Loire. Il est situé à environ 155 km au sud d'Orléans et à 285 km au sud de Paris.

Le parc, mis en service en juillet 2018, comprend 10 éoliennes de types V110, d'une puissance nominale de 2 MW. Ces éoliennes ont une hauteur de moyeu de 94 m et d'un rotor de 112 m de diamètre.

Le parc de Chassepain se situe au sein d'une zone agricole intensive. On peut toutefois recenser la présence de prairies permanentes pâturées par des bovins sous les éoliennes E07, E08 et sur la parcelle nord de l'éolienne E09. On note également la présence de linéaires de haies sur l'ensemble du parc.

En 2023, le dispositif d'acquisition des données chiroptérologiques est installé sur les éoliennes E2 et E6.



Figure 1 : Microphone positionné au sein de l'éolienne E6 en 2023



Figure 2 : Boîtier positionné au sein de l'éolienne E6 en 2023



Figure 3 : Éolienne E2 en 2023



Figure 4 : Éolienne E6 en 2023



NEOEN

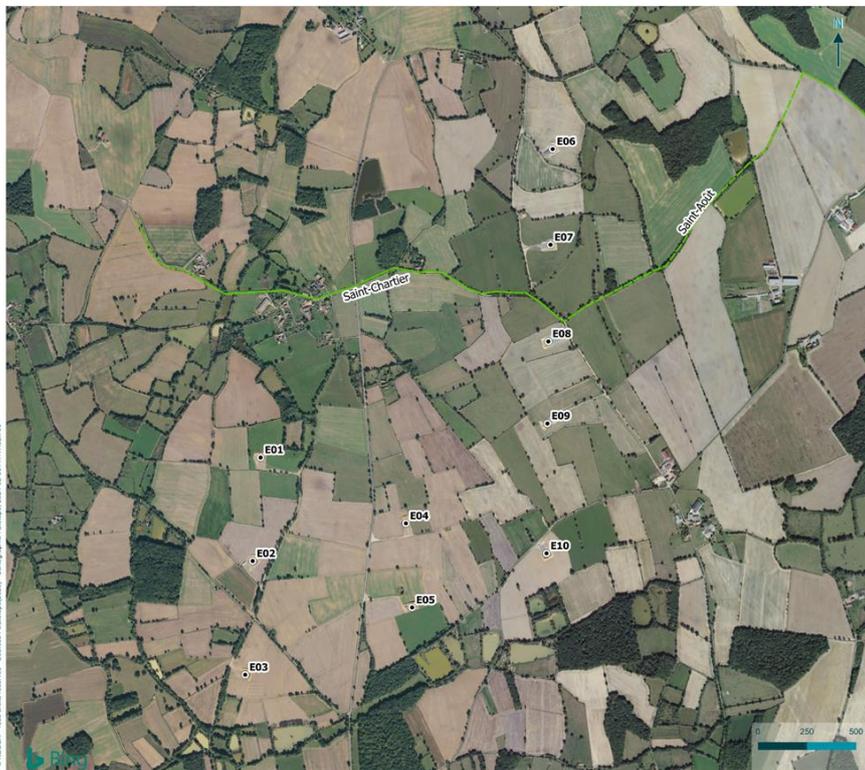
Localisation des éoliennes

Suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Chassepain

- Implantation des éoliennes



Carte 1 : Localisation des éoliennes



NEOEN

Situation paysagère et disposition des éoliennes

Suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Chassepain

- Implantation des éoliennes
- Limites communales



Carte 2 : Situation paysagère et disposition des éoliennes

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.

Les systèmes utilisés sont basés sur deux Batlogger WE X1 – enregistreur avec capacité d'échantillonner de 10 à 150kHz et permettant une récupération à distance des enregistrements via une connexion 4G.

En 2023, comme en 2022 et 2021, les microphones ont été installés sur l'éolienne E2 et E6, en nacelle, à 90 m de hauteur.

1.2.1 Paramétrage des enregistreurs

Les paramètres d'enregistrement des boîtiers sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Paramètres d'enregistrement

Paramètres d'enregistrement	
Fréquence d'échantillonnage	320 KHz
Fréquence minimale	17 KHz
Fréquence maximale	160 KHz
Durée minimale de déclenchement	0,5 ms
Niveau du trigger	12 dB
Trigger maximale	5 sec.
Déclenchement avant le coucher du soleil	1 h
Arrêt après le lever du soleil	1 h

1.2.2 Efforts d'échantillonnage en 2023

Sur la période du 2 mai 2023 au 31 octobre 2023, soit 183 nuits d'écoutes complètes et continues ont été analysées. Une panne généralisée de l'éolienne E2 a été identifiée du 25 juin au 7 juillet 2023

Tableau 2 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois en 2023.

Mois	Nombre de nuits exploitables sur l'éolienne E2	Nombre de nuits exploitables sur l'éolienne E6
Mai	30	30
Juin	25	30
Juillet	25	31
Aout	31	31
Septembre	30	30
Octobre	31	31
TOTAL	172	183

1.2.3 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.

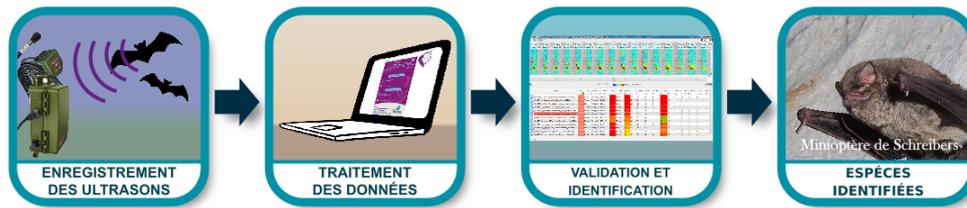


Figure 5 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope

1.2.4 Détermination automatique du signal

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 des enregistreurs (SM4BAT) 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'espèces 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.



1.2.5 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 attribués 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.

1.3 Évaluation du niveau d'activité chiroptérologique en hauteur

1.3.1 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'incrémementation 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 (cf. Haquart, 2013 et Haquart, 2015).

1.3.2 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 d'un nouveau **référentiel dynamique** pour les suivis en altitudes (**ActiChiro-Altitude**). **Le nouveau référentiel Actichiro-Altitude se base sur un recueil de données issu de 111 sites** et plus de **35 000 points-nuits**, répartis sur l'ensemble de la France et sur les **10 dernières années**.

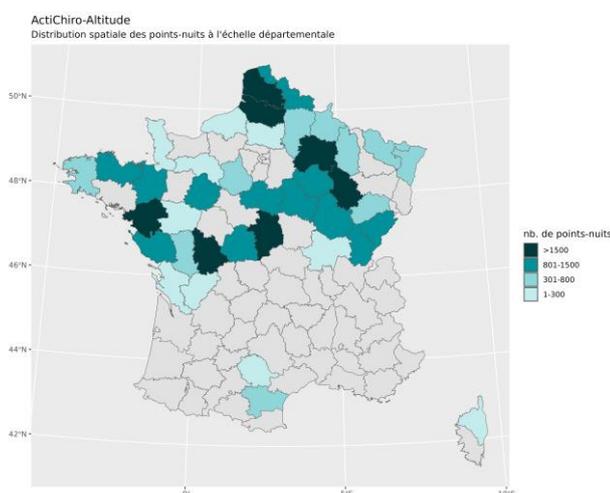


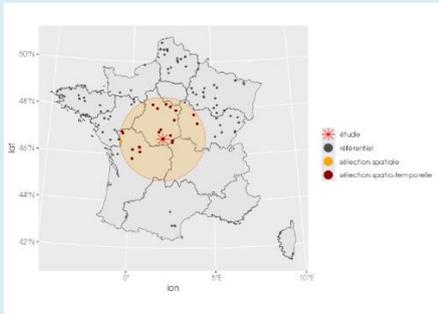
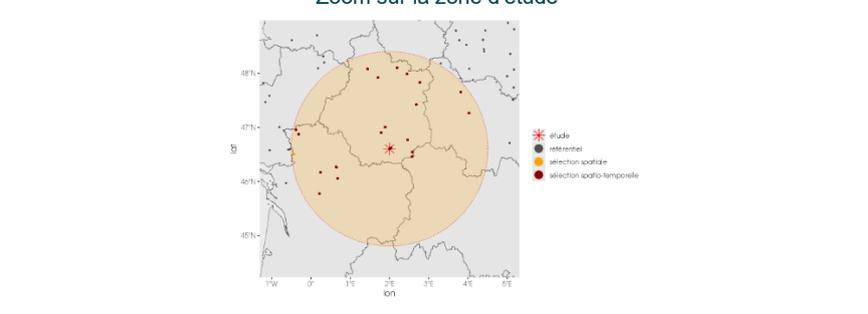
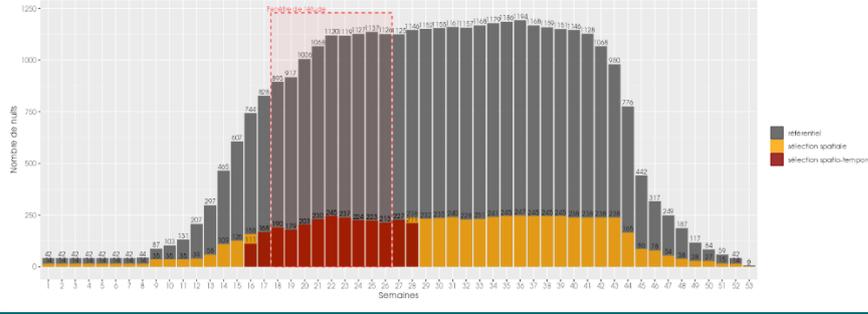
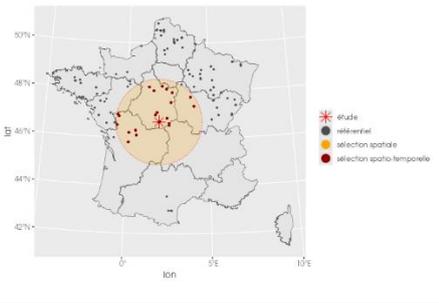
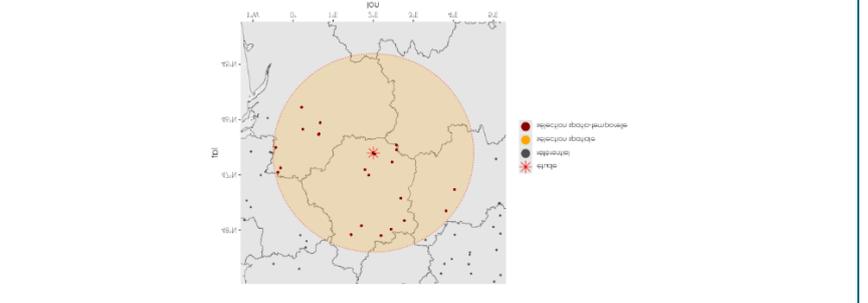
Figure 6 : Répartition spatiale des points-nuits pour chaque référentiel.

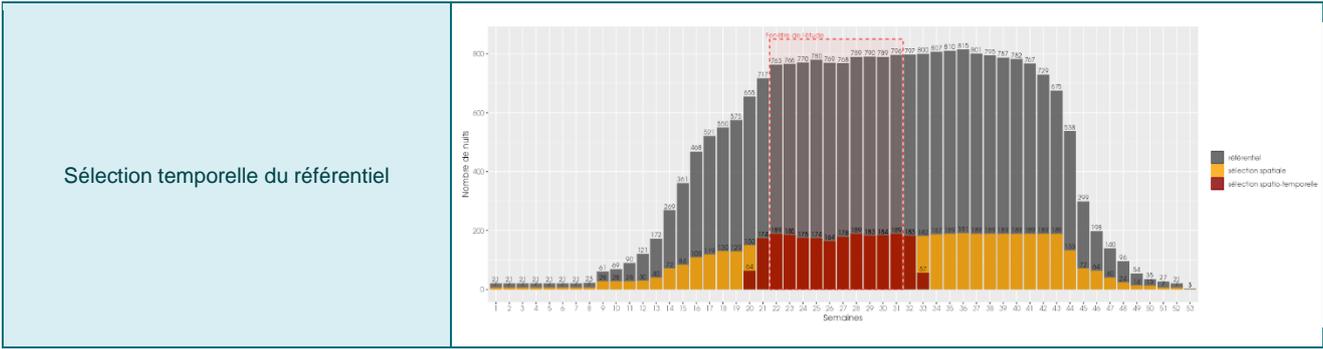
1.3.3 Référentiel Actichiro® dédié à cette étude

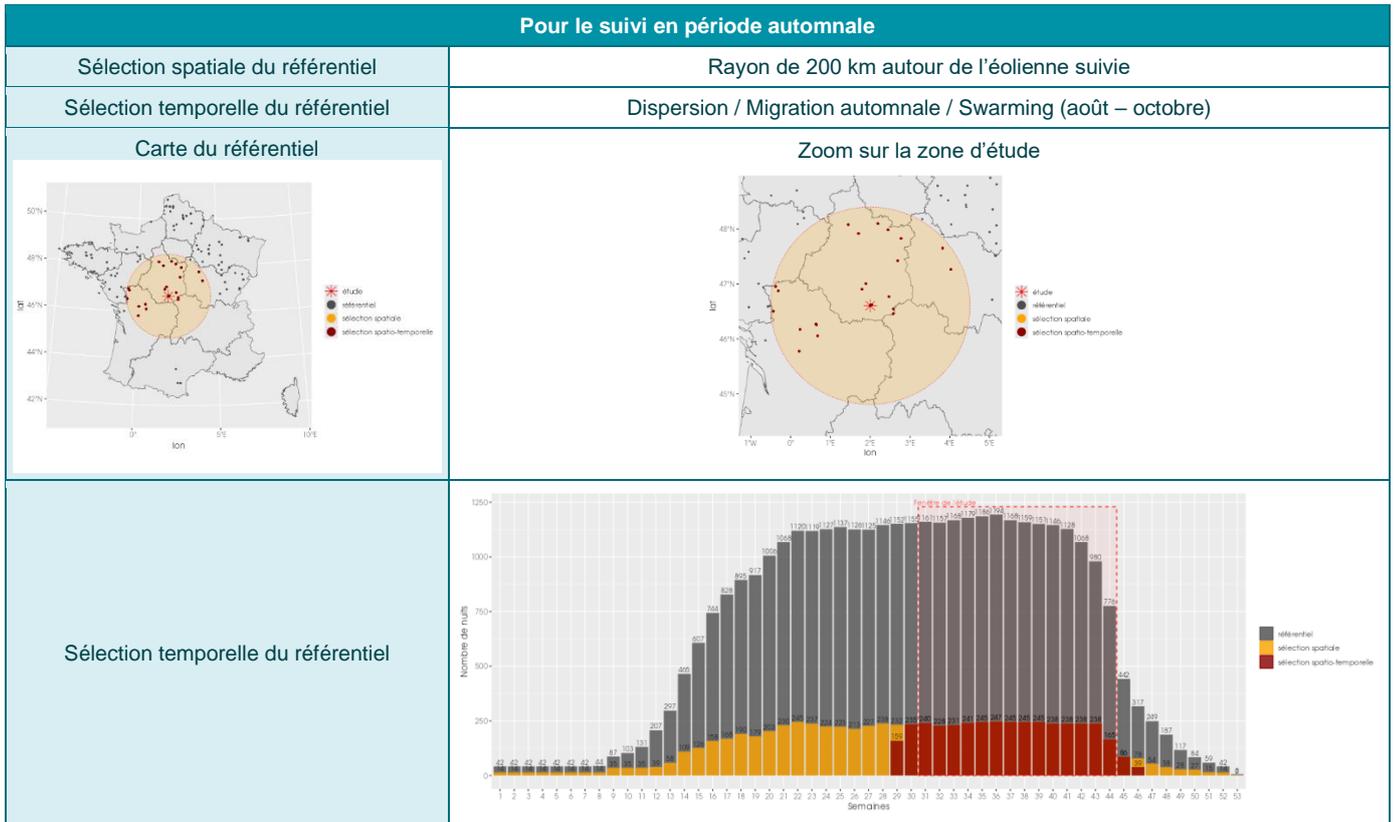
Le nouvel ActiChiro® a été conçu pour être un référentiel dynamique. C'est-à-dire que pour chaque étude, l'emprise spatio-temporelle est adaptée aux sites d'étude et aux types d'analyse réalisée, ce qui permet de comparer les résultats des inventaires à un jeu de données le plus pertinent. **Ce référentiel ActiChiro® produit donc un référentiel dédié pour chaque étude.**

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

Tableau 3 : Référentiel Altichiro-Altitude utilisé pour l'étude Chassepain

Pour le suivi en période de migration printanière :	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 200 km autour de l'éolienne suivie
Sélection temporelle du référentiel	Fin de migration printanière / début de gestation (mai - juin)
<p>Carte du référentiel</p> 	<p>Zoom sur la zone d'étude</p> 
Sélection temporelle du référentiel	
Pour le suivi en période de mise-bas :	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 200 km autour de l'éolienne suivie
Sélection temporelle du référentiel	Mise-bas (juin - juillet)
<p>Carte du référentiel</p> 	<p>Zoom sur la zone d'étude</p> 





1.3.3.1 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), ceux où l'espèce est détectée (au moins un contact) et 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. Il va construire deux distributions de moyenne. Dans un premier temps, pour chaque espèce, Actichiro® va piocher 1000 fois **N** points-nuits (au hasard et avec remise) et va calculer l'activité moyenne en minute positive pour chacun de ces échantillons (1^{ère} utilisation de la méthode de bootstraps). Ce qui permet de construire **une distribution de l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce (lorsque l'espèce est détectée ou non)**. Puis dans un second temps, Actichiro® va piocher, pour chaque espèce, 1000 fois **n** points-nuits (au hasard et avec remise) parmi les points-nuits où l'espèce est détectée uniquement. Actichiro® va pouvoir calculer l'activité moyenne en minute positive pour chacun de ces échantillons (2^{ème} utilisation de la méthode de bootstraps). Ce qui permet de construire **une distribution de l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce (lorsque l'espèce est présente)**.

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

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

- **Activité très forte** : lorsque la moyenne est supérieure ou égale au 98^{ème} percentile de la distribution.

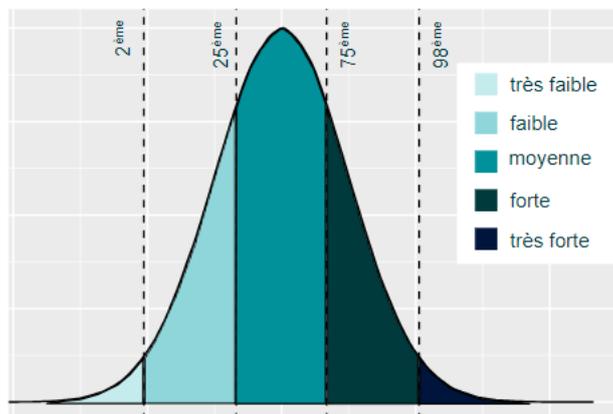


Figure 7 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude.

1.3.3.2 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.

1.4 Limites méthodologiques

1.4.1 Détermination acoustique

Dans l'état actuel des connaissances les méthodes acoustiques permettent d'identifier la majorité des espèces présentes sur le territoire français. 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 parfois rassemblées en groupes d'espèces.

Les limites de cette méthode utilisant des enregistreurs automatiques sont essentiellement dues à la détectabilité des différentes espèces et au caractère « fixe » du dispositif dont la pertinence de positionnement ne peut être confirmée qu'a posteriori. La distance à partir de laquelle les chauves-souris sont enregistrées par les détecteurs varie très fortement en fonction de l'espèce concernée. Les noctules et sérotines émettent des cris relativement graves audibles jusqu'à une centaine de mètres. A l'inverse, les cris des rhinolophes ont une très faible portée et sont inaudibles au-delà de 5 à 10 m.

La grande majorité des chauves-souris (murins et pipistrelles) sont détectables entre 10 et 30 m

1.4.2 Représentativité des inventaires

Compte-tenu du nombre de nuits d'enregistrements (172 et 183), cet inventaire peut prétendre à l'exhaustivité. En effet, une quinzaine de nuits d'enregistrements est estimée nécessaire pour espérer contacter 90 % des espèces et ainsi constituer un échantillonnage suffisant (sur une maille 5x5km – MATUTINI, 2014).

Quel que soit l'éolienne, l'étude réalisée en altitude en 2023 dépasse ce seuil et peut donc être considérée comme représentative.

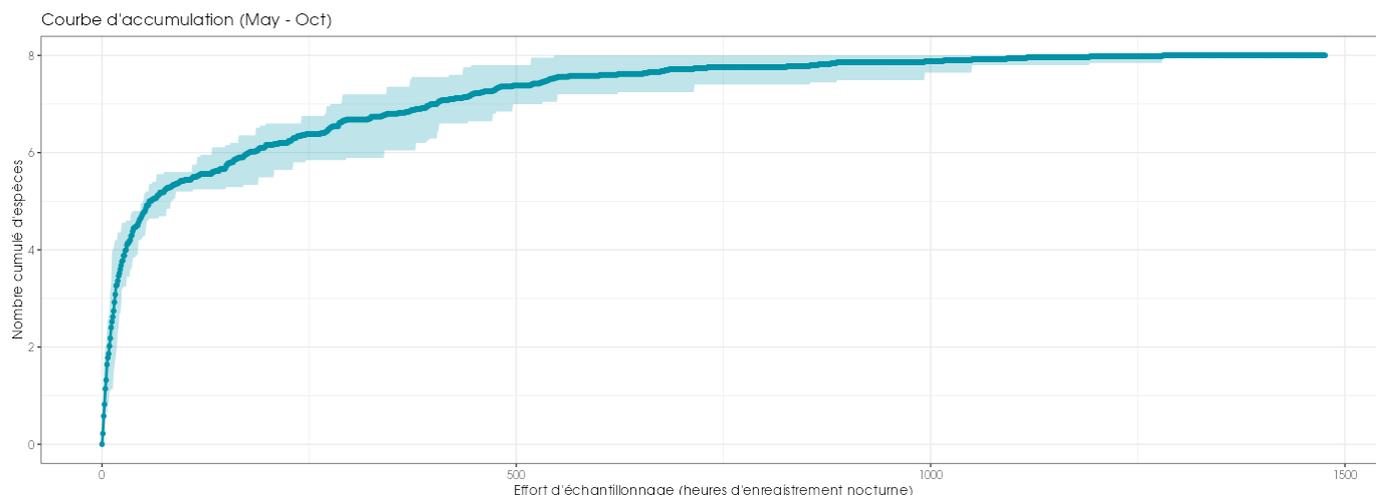


Figure 8 : Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude de l'éolienne E2 en 2023.

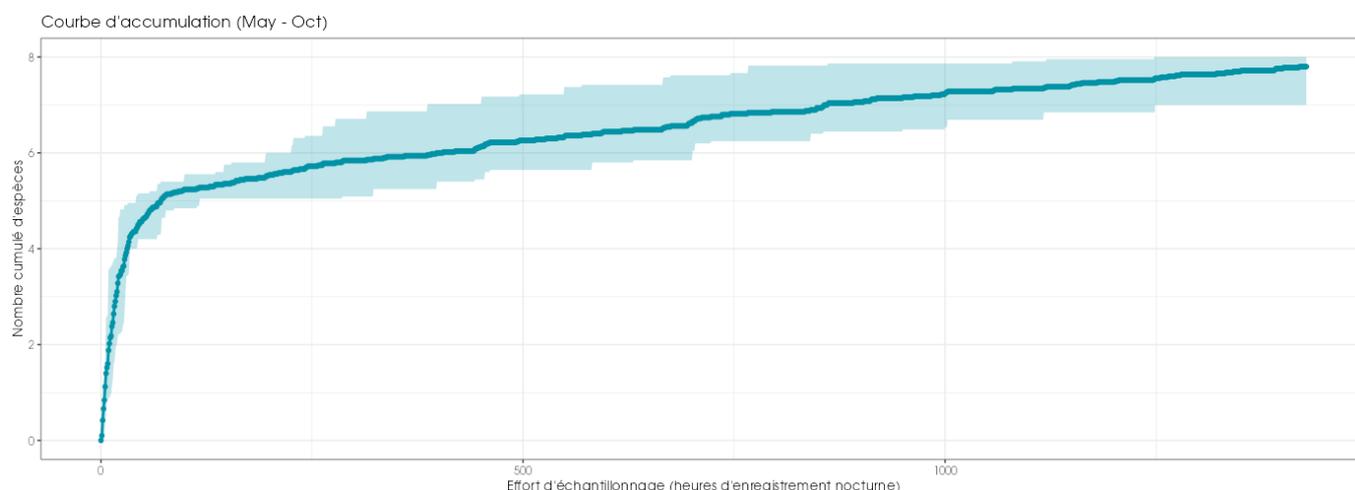


Figure 9 : Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude de l'éolienne E6 en 2023

1.5 Acquisition des données météorologiques

Les données météorologiques ont été transmises par NEOEN. Elles ont été acquises par les capteurs disposés sur les éoliennes E2 et E6 (vitesse de vent et température sont mesurées à 95 m de haut). Les données sont enregistrées toutes les 10 minutes.

Des données météorologiques sont absentes sur les relevés de l'éolienne E02 et E06 sur plusieurs plages horaires où de l'activité de chauves-souris sont enregistrées.

Trois périodes de pannes ont été observé au niveau de l'éolienne E02 sur les périodes suivantes :

- Du 21/06/2023 au 23/06/2023
- Du 26/06/2023 au 08/07/2023
- Du 07/08/2023 au 08/08/2023

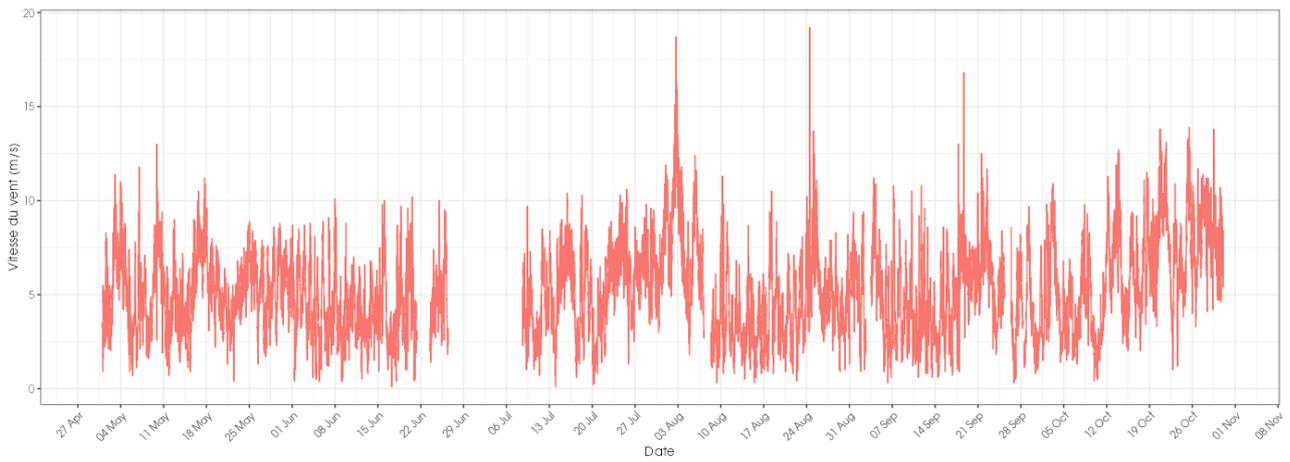


Figure 10 : Eolienne E2 - Schéma temporel de la vitesse du vent à 95 m sur l'ensemble du suivi en 2023

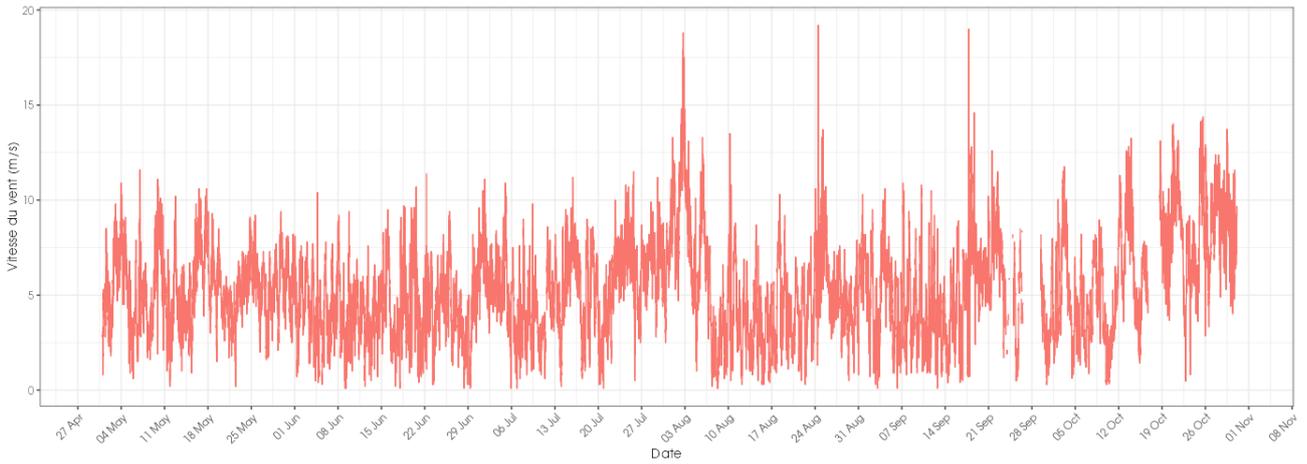


Figure 11 : Eolienne E6 - Schéma temporel de la vitesse du vent à 95 m sur l'ensemble du suivi en 2023

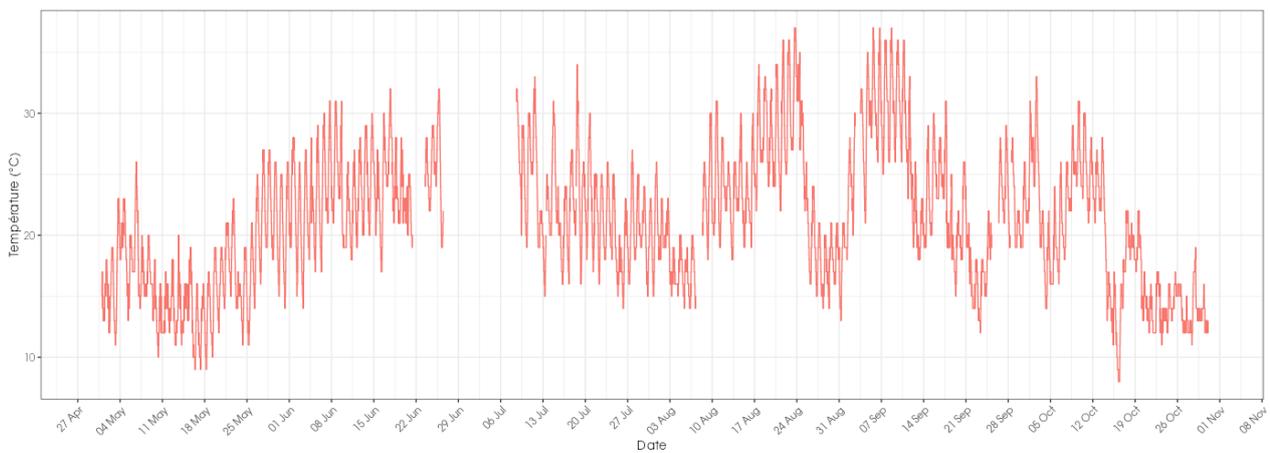


Figure 12 : Eolienne E2 - Schéma temporel de la température à 95 m sur l'ensemble du suivi en 2023

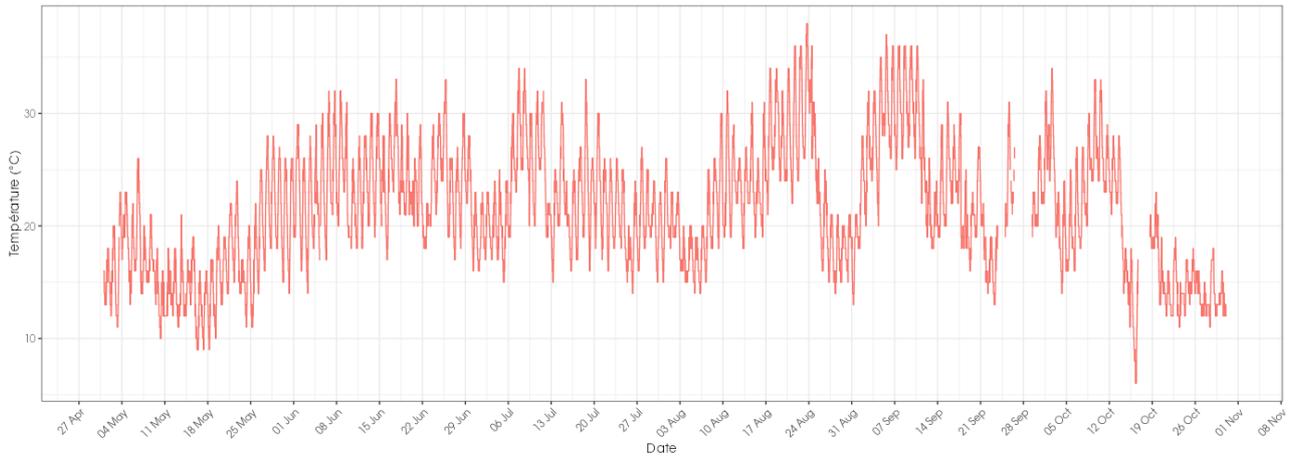


Figure 13 : Eolienne E6 - Schéma temporel de la température à 95 m sur l'ensemble du suivi en 2023

1.6 Croisement des données

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 95 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.

1.7 Équipe de travail

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette étude.

Tableau 4 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Agents de Biotope
Contrôle qualité	Julien TRANCHARD
Chef de projet Responsable du projet	Julien TRANCHARD
Chargée d'étude Identification des chauves-souris / Analyse et rédaction	Mathilde POIROT

2 Synthèse et analyse des résultats

2.1 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères contactés en altitude

Au cours de la période de suivi (172 nuits exploitables sur l'éolienne E2 et 183 nuits exploitables sur l'éolienne E6 entre le 2 mai 2023 et le 31 octobre 2023), 5 688 contacts de 5 secondes ou 2 825 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelé « minutes positives » - ont été obtenus sur l'ensemble des deux éoliennes.

La répartition des nombres de contacts par éolienne sont réparties de la manière suivante :

- Eolienne E02 : 3 462 contacts de 5 secondes et 1 743 minutes positives ;
- Eolienne E06 : 2 226 contacts de 5 secondes et 1 082 minutes positives.

Pour rappel, les années précédentes nous avons enregistrées :

En 2022, la répartition des nombres de contacts par éolienne sont réparties de la manière suivante :

- Eolienne E02 : 2 537 contacts de 5 secondes et 1 613 minutes positives ;
- Eolienne E06 : 4 062 contacts de 5 secondes et 1 510 minutes positives.

En 2021, la répartition des nombres de contacts par éolienne était légèrement différente notamment au niveau de l'éolienne E06 :

- Eolienne E02 : 2 718 contacts de 5 secondes et 1 647 minutes positives ;
- Eolienne E06 : 2 536 contacts de 5 secondes et 1 584 minutes positives.

En 2019, la répartition des nombres de contacts par éolienne était légèrement différente notamment au niveau de l'éolienne E06 :

- Eolienne E02 : 1 020 contacts de 5 secondes et 488 minutes positives ;
- Eolienne E06 : 2 465 contacts de 5 secondes et 1 122 minutes positives

2.1.1 Bibliographie

En 2019 le premier suivi en altitude avait permis de révéler la présence de 5 espèces et 2 groupes d'espèces plus deux espèces en 2023 (Sérotine commune et Pipistrelle Pygmée) et un groupe d'espèces supplémentaire en 2022 (le groupe des Oreillards), correspondant à des taxons proches parfois non différenciables par cette méthode d'inventaire :

- La Pipistrelle commune – *Pipistrellus pipistrellus* ;
- La Pipistrelle de Nathusius – *Pipistrellus nathusii* ;
- La Pipistrelle de Kuhl – *Pipistrellus kuhlii* ;
- La Noctule de Leisler – *Nyctalus leisleri* ;
- La Noctule commune – *Nyctalus noctula*.

Les groupes d'espèces contactés sont :

- Le groupe Sérotine indéterminées / Noctules indéterminées – *Eptesicus serotinus* / *Eptesicus nilsonii* / *Vespertilio murinus* / *Nyctalus* sp ;
- Le groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius - *Pipistrellus kuhlii* / *Pipistrellus nathusii*
- Groupe Oreillard roux / O. gris – *Plecotus auritus* / *P. austriacus*.

2.1.2 Espèces contactées

La région Centre-Val-de-Loire accueille actuellement 25 espèces de chauves-souris sur les 35 espèces connues en France métropolitaine.

Au cours de cette étude menée en altitude en 2023, huit espèces ont été identifiées avec certitude ainsi que deux groupes d'espèces :

- Noctule de Leisler- *Nyctalus leisleri* ;
- Noctule commune - *Nyctalus noctula* ;
- Grande Noctule – *Nyctalus lasiopterus* ;
- Sérotine Commune - *Eptesicus serotinus* ;
- Pipistrelle commune – *Pipistrellus Pipistrellus* ;
- Pipistrelle de Nathusius - *Pipistrellus nathusii* ;
- Pipistrelle de Kuhl - *Pipistrellus kuhlii* ;
- Pipistrelle Pygmée - *Pipistrellus pygmaeus* ;
- Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées - *Eptesicus serotinus* / *Nyctalus* sp. ;
- Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius - *Pipistrellus kuhlii* / *P. nathusii* ;

Au cours de l'année 2023, 8 espèces de chauves-souris ont été contactées en altitude au niveau des éoliennes E2 et E6, ce qui représente 32% des espèces présentes en région Centre-Val-de-Loire.

La richesse spécifique contactée lors de l'étude en altitude (8 espèces avérées) est jugée Moyenne. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude. Il faut cependant noter la présence de la Grande Noctule, déjà présente en 2022, ainsi que la Sérotine commune et la Pipistrelle Pygmée, non contactées précédemment.

En comparaison avec 2019 et 2021, on retrouve les mêmes espèces de chauves-souris, à l'exception de la Grande Noctule, contactée pour la première fois en 2022 et recontactée en 2023. Cette espèce est contactée de plus en plus fréquemment depuis 2019 en région Centre, ce qui explique son absence de statut sur la liste rouge de la région.

De plus, le groupe des oreillards, qui avait été observé en altitude en 2021, ne l'a pas été en 2022 comme en 2023. Les oreillards volent rarement en altitude. Il apparait normal que ce groupe n'ai pas été contacté en altitude en 2022 et 2023 car il l'avait été uniquement à quelques reprises en 2021.

Tableau 5 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en altitude sur le parc de Chassepain en 2023.

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Statut de protection		Statut de conservation	
	Nationale	Communautaire	National	Régional
Source-	Arrêté du 23 avril 2007	Directive « Habitats-Faune-Flore » (92/43/CEE)	La liste rouge des espèces menacées en France (UICN France et al., 2017)	Livre Rouge des habitats naturels et espèces protégées de la région Centre (NATURE CENTRE à CBNBP, 2014)
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Art.2	AIV	NT	LC
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Art.2	AIV	LC	LC
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	Art.2	AIV	NT	VU
Pipistrelle Pygmée <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Art.2	AIV	LC	DD
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	Art.2	AIV	NT	NT
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	Art.2	AIV	VU	NT
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	Art.2	AIV	VU	NA
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	Art.2	AIV	NT	LC

Légende : LC = préoccupation mineure ; NT = quasi menacée ; VU = vulnérable ; NA = non applicable. DD = données insuffisantes.

2.1.3 Analyse générale de l'activité des chiroptères

2.1.3.1 Abondance relative à hauteur de nacelle

Les tableaux ci-après présente les nombres de contacts obtenus par espèce lors des expertises en fonction des éoliennes suivies.

Tableau 6 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur l'éolienne E2 du parc de Chassepain en 2023

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	60	1,73%	13	0,75%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	498	14,38%	294	16,87%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	1668	48,18%	780	44,75%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	5	0,14%	4	0,23%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus / Nyctalus sp.</i>	500	14,44%	285	16,35%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	473	13,66%	245	14,06%
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	33	0,95%	11	0,63%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii / P. nathusii.</i>	225	6,50%	111	6,37%
Total	3462	100%	1743	100%

Tableau 7 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur l'éolienne E6 du parc de Chassepain en 2023

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
Grande Noctule <i>Nyctalus lasiopterus</i>	9	0,40%	6	0,55%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	287	12,89%	125	11,55%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	956	42,95%	463	42,79%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus / Nyctalus sp.</i>	417	18,73%	213	19,69%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	350	15,72%	177	16,36%
Pipistrelle Pygmée <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	1	0,04%	1	0,09%
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	1	0,04%	1	0,09%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii / P. nathusii.</i>	205	9,21%	96	8,87%
Total	2226	100%	1082	100%

En 2023, quelle que soit l'éolienne, la composition des cortèges d'espèce en altitude est sensiblement identique. Les deux espèces les plus fréquentes sur les deux éoliennes sont la Noctule de Leisler, de la Noctule commune suivi de la Pipistrelle commune.

La Noctule de Leisler est plus fréquente au niveau des deux éoliennes avec en minute positive 44 et 42 % du total des minutes positives obtenues au niveau des éoliennes E02 et E06. Alors que la Noctule commune apparaît légèrement plus fréquente en 2023 au niveau de l'éolienne E02, avec 16% des minutes positives contre 11% au niveau de l'éolienne E06, ce qui correspond à la tendance remarquée en 2021 et 2022. Ces deux espèces sont classiquement très fortement représentées en altitude.

La Grande Noctule est présente au niveau des deux éoliennes, en 2023. Elle semble deux fois plus fréquente au niveau de l'éolienne E2, en passant de 6 minutes positives au niveau de l'éolienne E6 et 13 minutes positives au niveau de la E2. Il apparaît surtout que l'espèce a été plus fréquente en 2023 en comparaison aux observations réalisées en 2022.

La Pipistrelle commune est bien présente également au niveau des deux éoliennes et représente 13 à 15 % des contacts suivant l'éolienne, ce qui représente cependant un plus fort pourcentage qu'en 2022 (de 9 à 10%). Cette espèce vole régulièrement en altitude et fait partie des espèces les plus régulièrement découvertes au cours des suivis mortalités.

Le groupe des Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius avec 6 à 9 % des contacts suivant l'éolienne apparaît également particulièrement fréquent sur le site de Chassepain à hauteur des éoliennes.

2.1.3.2 Evaluation de l'activité en altitude

2.1.3.2.1. Activité en période printanière

Tableau 8 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période printanière sur les éoliennes E2 et E6 du parc de Chassepain en 2023

Espèces	Nombre de point-nuits	Occurrence par point-nuit	Activité moyenne quand présence ou absence (MinutesPos/point-nuit)	Activité moyenne quand présence uniquement (MinutesPos/point-nuit)	Niveau d'activité au printemps quand présence ou absence
Eolienne E2					
Noctule commune	31	3%	0.03	1.00	Activité très faible
Noctule de Leisler	31	23%	1.06	4.71	Activité très forte
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	31	10%	0.39	4.00	Activité forte
Pipistrelle commune	31	6%	0.52	8.00	Activité faible
Pipistrelle de Nathusius	31	3%	0.35	11.00	Activité forte
Sérotine/Noctule	31	23%	0.29	1.29	Activité forte
Toutes Espèces	31	29%	2.16	7.44	Activité moyenne
Eolienne E6					
Noctule commune	60	3%	0.08	2.50	Activité très faible
Noctule de Leisler	60	18%	0.77	4.18	Activité moyenne
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	60	22%	0.68	3.15	Activité forte
Pipistrelle commune	60	25%	0.83	3.33	Activité très faible
Pipistrelle de Kuhl	60	2%	0.02	1.00	Activité très faible
Sérotine/Noctule	60	25%	0.62	2.47	Activité moyenne
Toutes Espèces	60	37%	2.63	7.18	Activité faible

Légende :

Nombre de point-nuit : Nombre de nuits d'enregistrement ;

Occurrence par point d'écoute = Pourcentage d'occurrence nuit sur la saison (rapport du nombre de points d'écoute où l'espèce a été contactée sur le nombre de points d'écoute total d'enregistrement) ;

Activité moyenne = Moyenne du nombre de minutes positives par point nuit en prenant en compte les points 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-nuit où l'espèce est présente ;

Niveau d'activité = Niveau d'activité issue 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 : 9Évaluation du niveau d'activité – Référentiel Actichiro®).

Sur l'éolienne E2, entre mai et début juin, quatre espèces et deux groupes d'espèces sont présents en altitude. L'activité est très forte pour la Noctule de Leisler, elle est également forte pour les deux groupes identifiés ainsi que pour la Pipistrelle de Nathusius et faible à très faible pour la Pipistrelle commune et la Noctule commune. **Des chiroptères sont identifiés dans 29% des nuits toutes espèces confondues avec une activité moyenne.**

Sur l'éolienne E6, entre avril et mai, quatre espèces et deux groupes d'espèces sont présents en altitude. L'activité est forte pour le groupe des Pipistrelles Kuhl / Nathusius. Elle est moyenne pour la Noctule de Leisler et le groupe des Sérotine/Noctule. Les autres espèces possèdent un niveau d'activité très faible. **Des chiroptères sont identifiés dans 37% des nuits toutes espèces confondues avec une activité moyenne.**

2.1.3.2.2. Activité en période estivale

Tableau 9 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période estivale sur les éoliennes E2 et E6 du parc de Chassepain en 2023

Espèces	Nombre de point-nuits	Occurrence par point-nuit	Activité moyenne quand présence ou absence (MinutesPos/point-nuit)	Activité moyenne quand présence uniquement (MinutesPos/point-nuit)	Niveau d'activité en été quand présence ou absence
Eolienne E2					
Noctule commune	49	12%	0.13	1.33	Activité très faible
Noctule de Leisler	49	47%	3.15	8.00	Activité très forte
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	49	33%	0.61	2.18	Activité forte
Pipistrelle commune	49	43%	1.31	3.64	Activité moyenne
Sérotine commune	49	6%	0.07	1.33	Activité moyenne
Sérotine/Noctule	49	41%	0.85	2.60	Activité forte
Toutes Espèces	49	69%	5.31	9.26	Activité forte
Eolienne E6					
Noctule commune	61	13%	0.20	1.50	Activité très faible
Noctule de Leisler	61	31%	1.20	3.84	Activité moyenne
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	61	23%	0.52	2.29	Activité moyenne
Pipistrelle commune	61	34%	1.07	3.10	Activité très faible
Sérotine/Noctule	61	44%	0.98	2.22	Activité moyenne
Toutes Espèces	61	62%	3.44	5.53	Activité très faible

Légende :

Nombre de point-nuit : Nombre de nuits d'enregistrement ;

Occurrence par point d'écoute = Pourcentage d'occurrence nuit sur la saison (rapport du nombre de points d'écoute où l'espèce a été contactée sur le nombre de points d'écoute total d'enregistrement) ;

Activité moyenne = Moyenne du nombre de minutes positives par point nuit en prenant en compte les points 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-nuit où l'espèce est présente ;

Niveau d'activité = Niveau d'activité issue 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 : 9Évaluation du niveau d'activité – Référentiel Actichiro®).

Sur l'éolienne E2, entre juin et juillet, quatre espèces et deux groupes d'espèces sont présents en altitude. L'activité est très forte la Noctule de Leisler. Les deux groupes d'espèces présentent un niveau d'activité fort. L'activité est moyenne pour la Pipistrelle commune et la Sérotine commune et très faible pour la Noctule commune. **Des chiroptères sont identifiés dans 69% des nuits toutes espèces confondues avec une activité forte.**

Sur l'éolienne E6, entre juin et juillet, trois espèces et deux groupes d'espèces sont présents en altitude. L'activité est moyenne pour la Noctule de Leisler ainsi que les deux groupes d'espèces. L'activité est très faible pour la Pipistrelle commune et la Noctule commune. **Des chiroptères sont identifiés dans 62% des nuits toutes espèces confondues avec une activité très forte.**

2.1.3.2.3. Activité en période automnale

Tableau 10 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période automnale sur les éoliennes E2 et E6 du parc de Chassepain en 2023

Espèces	Nombre de point-nuits	Occurrence par point-nuit	Activité moyenne (MinutesPos/point-nuit)	Activité moyenne quand présence uniquement (MinutesPos/point-nuit)	Niveau d'activité en automne quand présence ou absence
Eolienne E2					
Grande Noctule	91	5%	0.14	2.60	Activité très forte
Noctule commune	91	41%	1.73	4.24	Activité moyenne
Noctule de Leisler	91	62%	4.34	7.05	Activité très forte
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	91	16%	0.31	1.87	Activité moyenne
Pipistrelle commune	91	26%	0.93	3.54	Activité faible
Serotine/Noctule	91	45%	1.81	4.02	Activité très forte
Toutes espèces	91	68	7.82	11.48	Activité forte
Eolienne E6					
Grande Noctule	91	3%	0.05	1.67	Activité forte
Noctule commune	91	32%	1.19	3.72	Activité faible
Noctule de Leisler	91	62%	4.05	6.59	Activité très forte
Pipistrelle Kuhl / Nathusius	91	20%	0.47	2.39	Activité moyenne
Pipistrelle commune	91	26	1.04	3.96	Activité très faible
Pipistrelle pygmée	91	1%	0.01	1.00	Activité moyenne
Sérotine/Noctule	91	43%	1.51	3.51	Activité forte
Toutes espèces	91	70%	7.14	10.16	Activité faible

Légende :

Nombre de point-nuit : Nombre de nuits d'enregistrement ;

Occurrence par point d'écoute = Pourcentage d'occurrence nuit sur la saison (rapport du nombre de points d'écoute où l'espèce a été contactée sur le nombre de points d'écoute total d'enregistrement) ;

Activité moyenne = Moyenne du nombre de minutes positives par point nuit en prenant en compte les points 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-nuit où l'espèce est présente ;

Niveau d'activité = Niveau d'activité issue 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 : 9Évaluation du niveau d'activité – Référentiel Actichiro®).

Sur l'éolienne E2, entre août et fin octobre, quatre espèces et deux groupes d'espèces sont présents en altitude. L'activité est très forte pour la Grande Noctule, la Noctule de Leisler et leur groupe associé. La Noctule commune et le groupe des Pipistrelles Kuhl / Nathusius possèdent un niveau d'activité moyen. Enfin, la Pipistrelle commune possède un niveau d'activité de faible. **Des chiroptères sont identifiés dans 68% des nuits toutes espèces confondues avec une activité fort.**

Sur l'éolienne E6, entre août et novembre, cinq espèces et deux groupes d'espèces sont présents en altitude. L'activité est très forte pour la Noctule de Leisler, on retrouve également la Grande Noctule et le groupe des Sérotine / Noctule avec un niveau d'activité fort. Seule la Pipistrelle Pygmée a été identifiée avec un niveau d'activité moyen. La Noctule Commune et la Pipistrelle commune dispose chacune d'un niveau d'activité faible à très faible. **Des chiroptères sont identifiés dans 70% des nuits toutes espèces confondues avec une activité faible.**

2.1.4 Analyse détaillée de l'activité mensuelle des chiroptères en hauteur

2.1.4.1 Activité journalière

Les graphiques ci-dessous présentent l'activité journalière moyenne par heure. Il permet de mettre en évidence des pics d'activités très ponctuels.

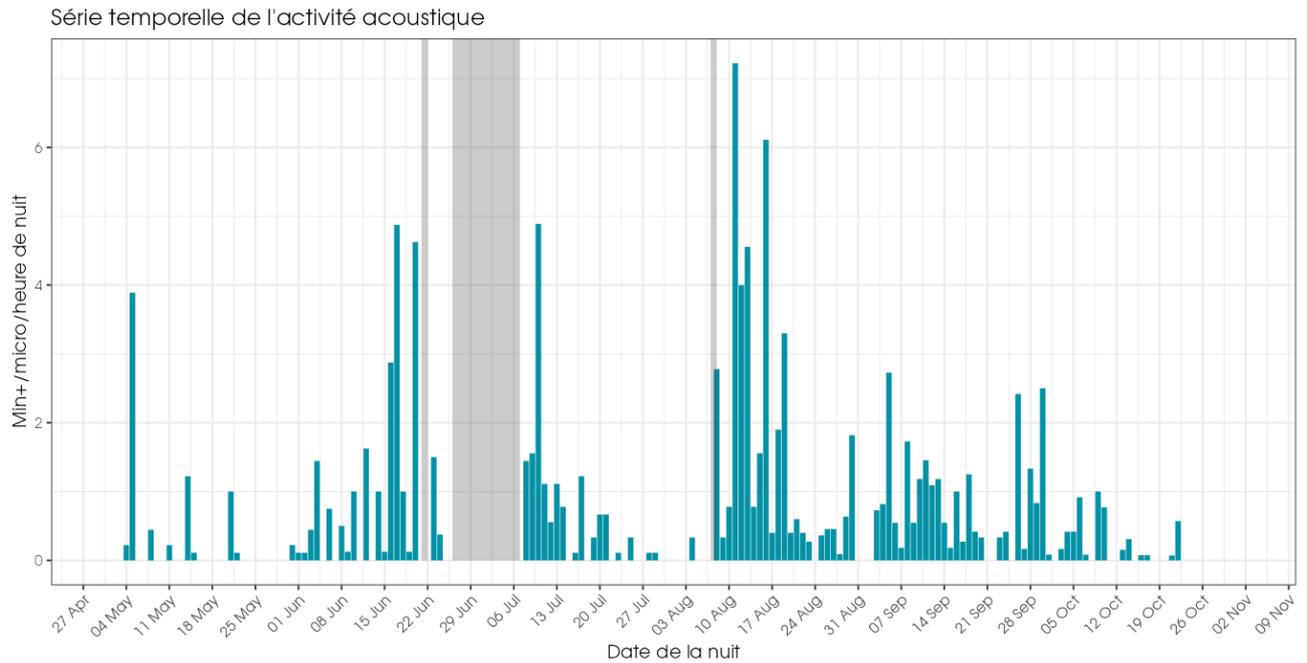


Figure 14 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E2 du parc de Chassepain en 2023

Zones grisées : correspond aux périodes de pannes

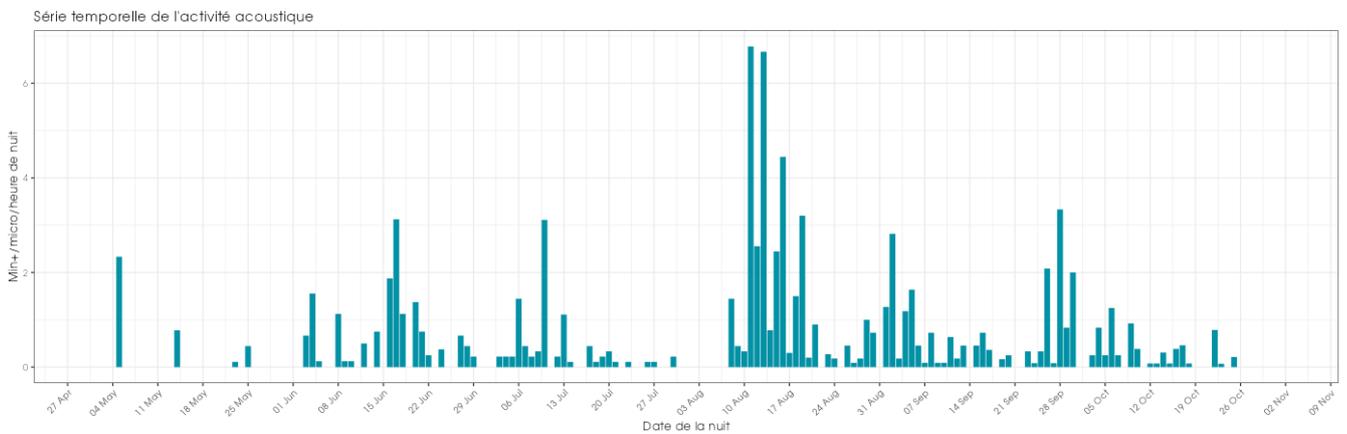


Figure 15 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E6 du parc de Chassepain en 2023

On observe une activité plus importante des chauves-souris durant les mois d'août et fin septembre début octobre au niveau des deux éoliennes. En-dehors de ces deux mois, on observe plus de contact de chauves-souris au niveau de l'éolienne E02 que l'éolienne E06 et un pic juin et une seconde mi-juillet.

2.1.4.2 Activité mensuelle

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

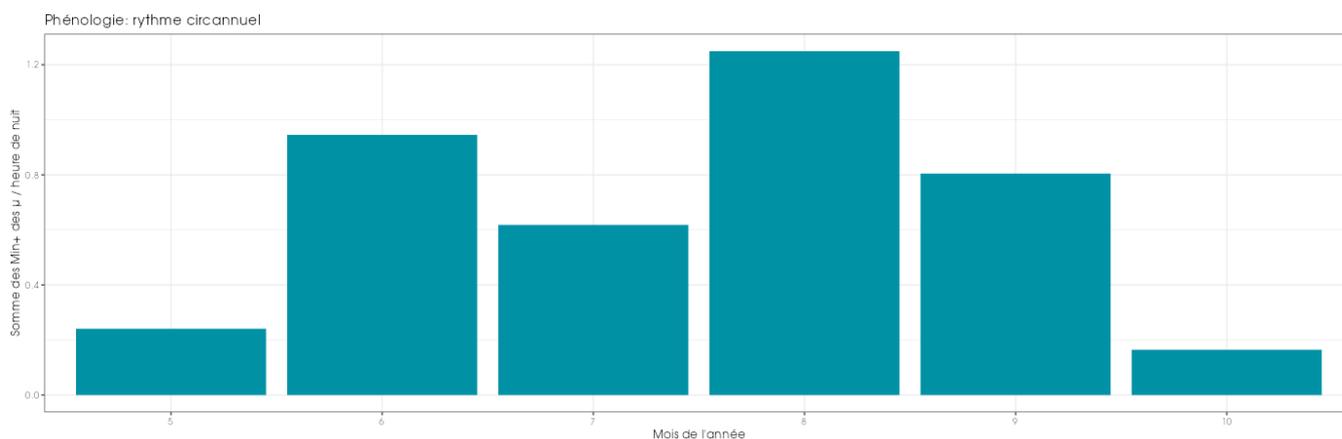


Figure 16 : Eolienne E02 - Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, durant les différents mois de mai à octobre 2023.

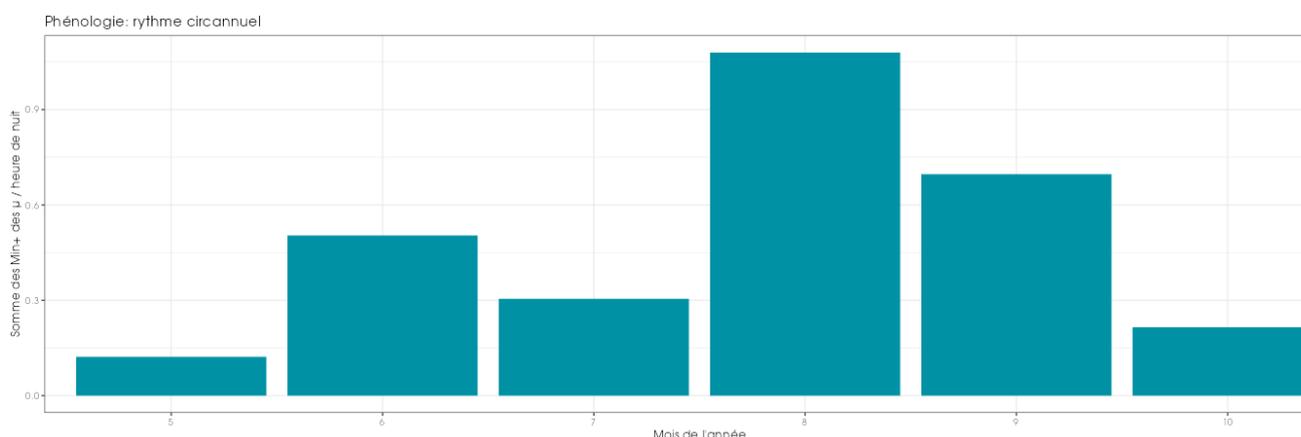


Figure 17 : Eolienne E06- Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, durant les différents mois de mai à octobre 2023.

Pour les deux éoliennes, on observe une activité nettement plus importante durant les mois d'août et septembre correspondant à la période de migration et de dispersion des chauves-souris et notamment des Noctules communes et Noctule de Leisler.

Entre mai, l'activité en altitude semble en effet plus importante au niveau de l'éolienne E02 qu'au niveau de l'éolienne E06.

La distribution d'activité est marquée par un pic majeur en période de migration automnale.

2.1.4.2.1. Groupe Pipistrelle commune / Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente 13 à 15 % des contacts en altitude sur le site en 2023.

Au niveau de l'éolienne E02, l'espèce est présente de manière quasi-uniforme sur l'ensemble de la période d'activité avec activité intense en juin.

Au niveau de l'éolienne E6, l'espèce est présente de manière hétérogène sur l'ensemble de la période d'activité, bien qu'un pic d'activité soit également présent durant le mois de juin et un second durant les mois d'août et septembre.

Le groupe Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle de Kuhl représentent respectivement 6 à 8 % des contacts en altitude sur le site en 2023, suivant l'éolienne. Ce groupe d'espèce à une répartition quasi-uniforme entre les deux éoliennes, même si on observe davantage d'activité sur l'éolienne E02. Deux pics d'activités sont visibles sur les deux éoliennes, l'un en juin très marqué, le second entre août et septembre plus discret.

Pour rappel, la Pipistrelle pygmée représente moins de 1 % des contacts en altitude sur le site en 2023. L'espèce a été identifiée uniquement en septembre sur l'éolienne E06.

L'activité des pipistrelles en altitude est dominée par la Pipistrelle commune. Elle observe un pic conséquent en juin sur les deux éoliennes, mais également une activité moyenne en août septembre. Ce pic correspond à la période de dispersion des pipistrelles et de migration de la Pipistrelle de Nathusius.

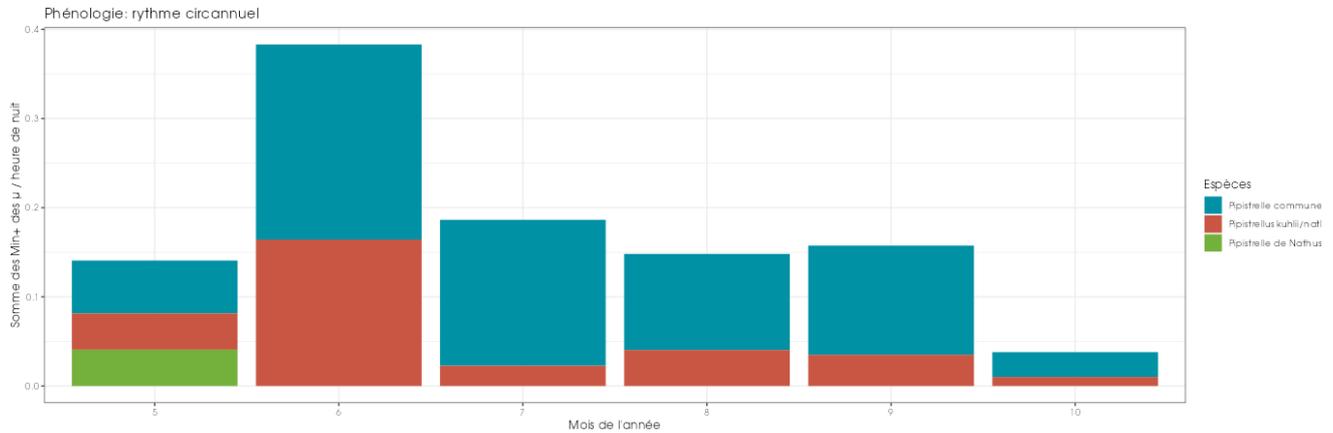


Figure 18 : Eolienne E02 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les pipistrelles, durant les différents mois de mai à octobre 2023.

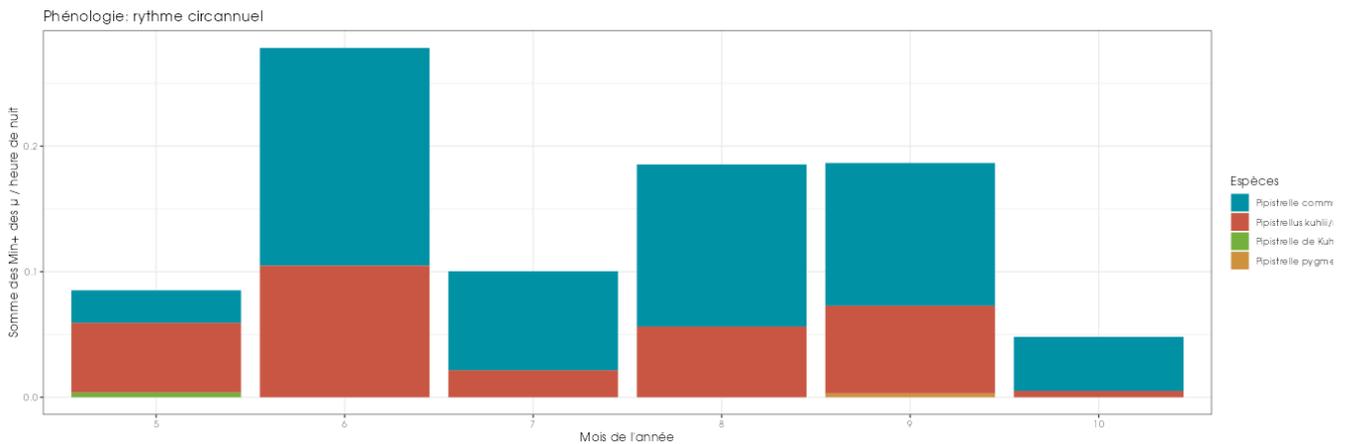


Figure 19 : Eolienne E06 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les pipistrelles, durant les différents mois de mai à octobre 2023.

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

Pour rappel, la Noctule de Leisler représente 42 à 44% des contacts en altitude en fonction des éoliennes en 2023. Elle est très présente au niveau des deux éoliennes, l'activité de cette espèce est similaire sur les deux éoliennes, elle est présente toute l'année avec un pic d'activité notable en août et septembre en altitude ce qui correspond à la migration automnale. On observe également un premier pic sur l'éolienne E 02 courant du mois de juin.

Il est à noter que le nombre de contacts est très différent selon l'éolienne 1 668 (E02) contre 956 (E02), cet écart s'observe également avec le nombre de minutes positives (780 contre 463).

Concernant la Noctule commune, elle représente 11 à 16% des contacts en altitude suivant l'éolienne en 2023. La Noctule commune est présente dans les mêmes proportions entre les deux éoliennes. Elle montre également une phénologie sensiblement identique à la Noctule de Leisler. Avec la mise en évidence d'un pic d'activité courant du mois d'août et septembre.

- o Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*)

La Grande Noctule représente 0,5 % à 0,75% des contacts en altitude suivant l'éoliennes en 2023. L'espèce a été contactée 13 fois au niveau de l'éolienne E02 et 6 fois au niveau de l'éolienne E06, avec une période similaire et une seconde différente. (En août pour E02 et E06 et uniquement en septembre sur E06). L'espèce est davantage présente qu'en 2022. Son apparition sur le site est à surveiller, si l'espèce passe en plus grand nombre ou non à l'avenir.

○ **Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)**

La Sérotine commune représente moins de 0,1 % des contacts en altitude sur l'éolienne E02 en 2023. Il s'agit de la première mention de l'espèce depuis le début des suivi altitude en 2019.

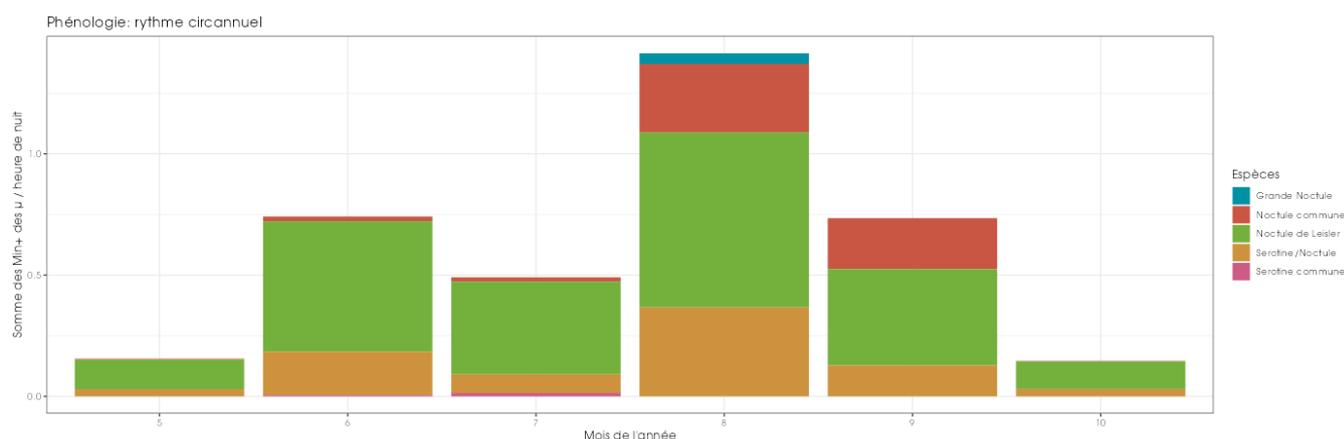


Figure 20 : Eolienne E02 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les noctules et sérotines, durant les différents mois de mai à octobre 2023.

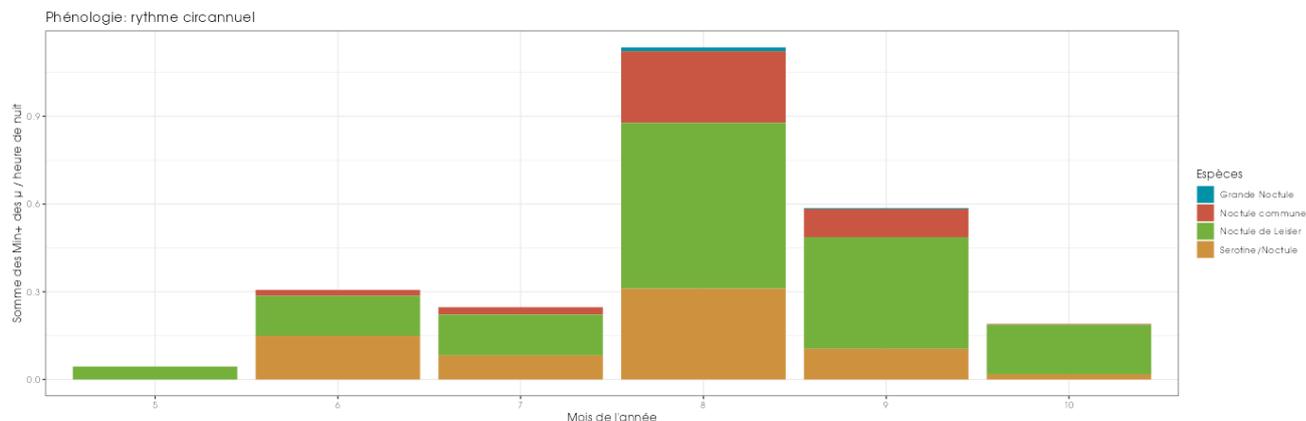


Figure 21 : Eolienne E06 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les noctules et sérotines, durant les différents mois de mai à octobre 2023.

L'analyse de la phénologie en 2023 met en évidence une activité intense en altitude en période de migration automnale des différentes espèces (principalement en août). L'absence d'enregistrement de mars à avril ne permet pas de spéculer sur un pic d'activité en altitude correspondant à la migration printanière, néanmoins cette éventualité est probable au regard des cortèges d'espèces contactées.

En période de migration les espèces les plus fréquentes en altitude sont les Noctules de Leisler, Noctules communes et Pipistrelles communes.

On peut noter la présence de plus en plus fréquente de la Grande Noctule au cours des mois d'août et de septembre sur le site entre 2022 et 2023.

2.1.5 Analyse de l'activité des chiroptères en fonction de l'heure

Dans le cadre de cette analyse, l'unité de mesure retenue pour calculer l'activité en fonction de l'heure par classe est la minute positive (nombre de minutes au cours desquelles il y a eu au moins un enregistrement de chauves-souris) soit 1 743 minutes-positives exploitables au niveau de l'éolienne E02 et 1 082 minutes-positives au niveau de l'éolienne E06 sur l'ensemble de suivi (entre 2 mai et le 31 octobre 2023).

L'analyse sur la totalité de la période d'enregistrement montre que l'activité des chauves-souris est visible sur l'ensemble de la nuit, mais qu'elle est généralement plus importante en début de nuit (h+0 et +2h après le coucher du soleil) et diminue ensuite. L'activité ne disparaît pas pour autant au cours de la nuit, et on peut voir un léger pic d'activité sur l'éolienne E06 à h+5 en septembre octobre 2023.

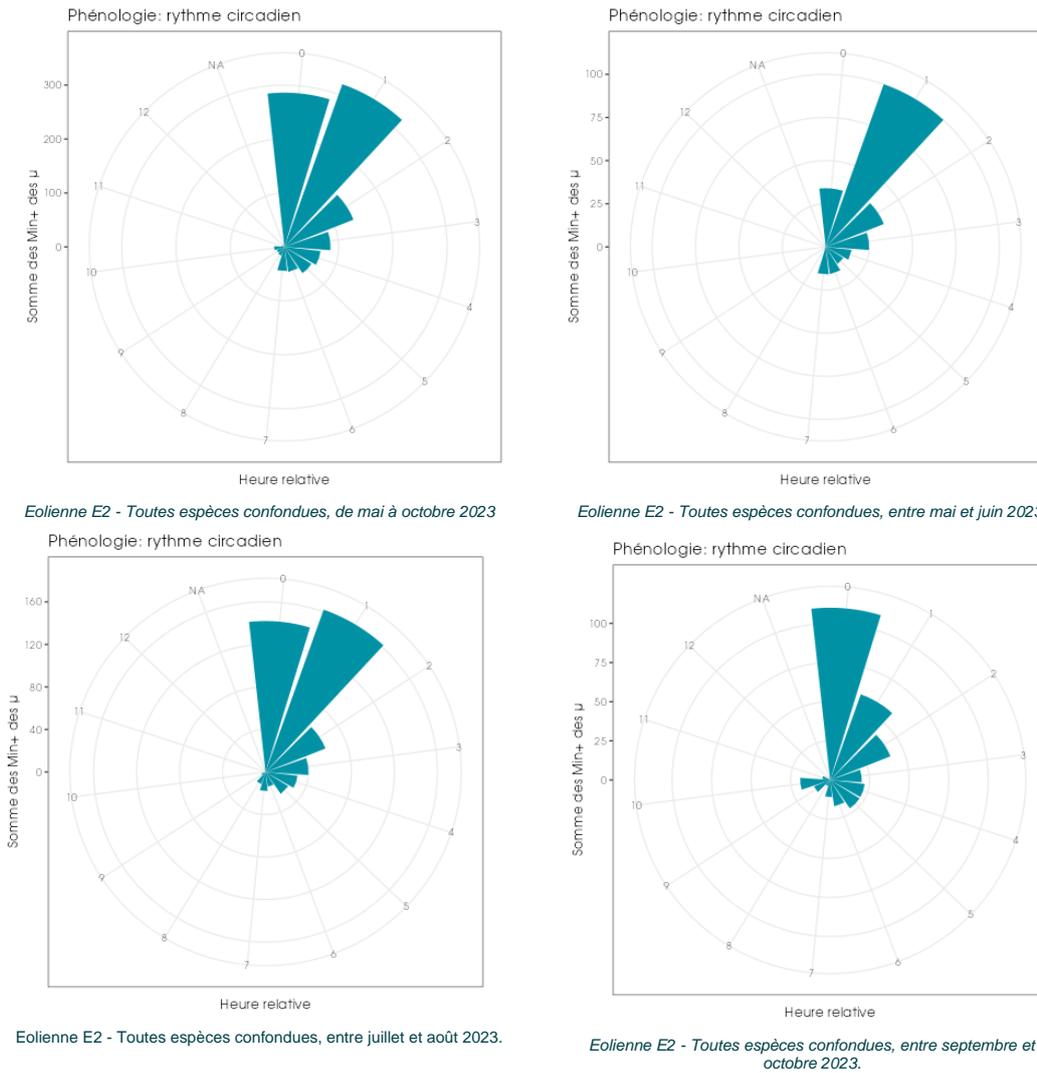


Figure 22 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E2 du parc de Chassepain en 2023

L'heure relative indique le nombre d'heure écoulées depuis le dernier coucher du soleil. Cette variable a été ramenée à une échelle de valeurs discrètes utilisant la partie entière.

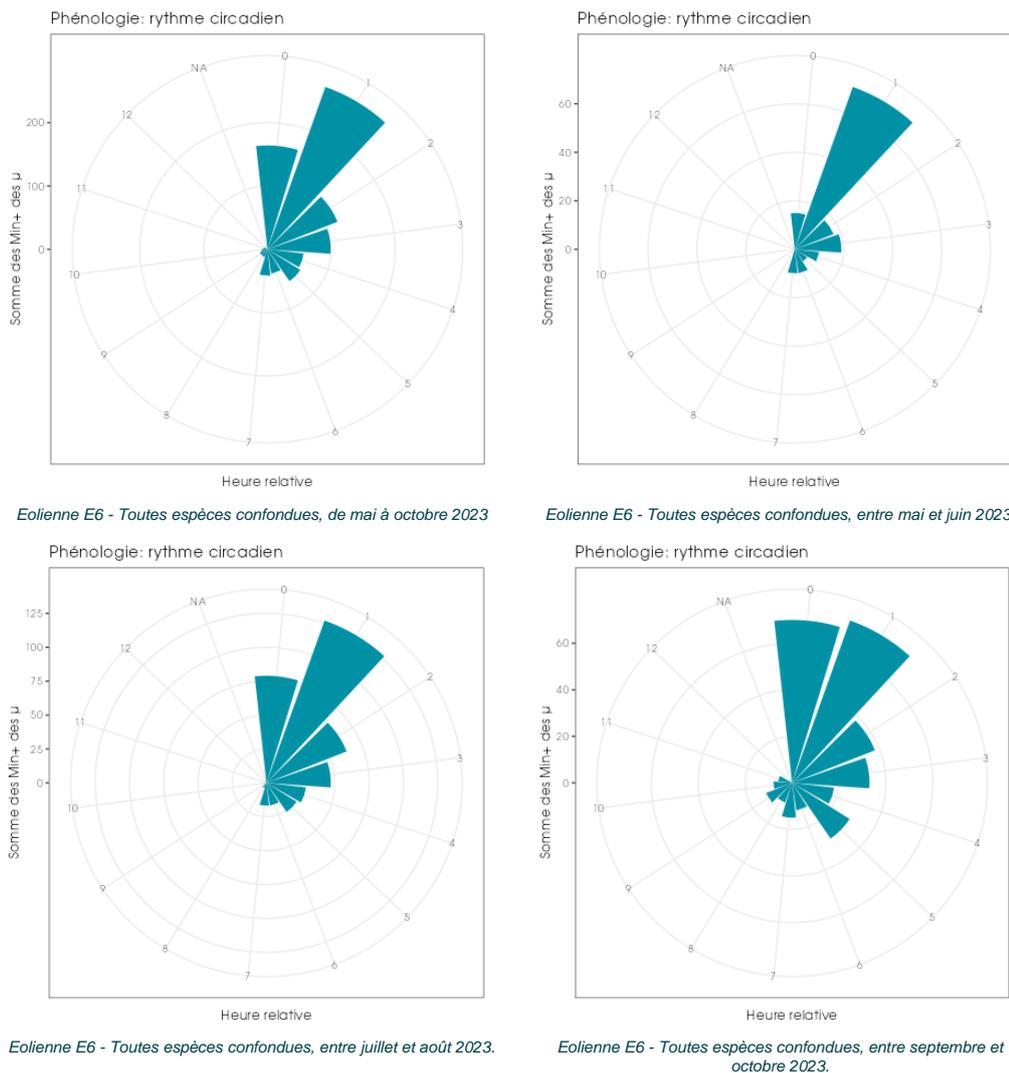


Figure 23 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E6 du parc de Chassepain en 2023.

L'heure relative indique le nombre d'heure écoulées depuis le dernier coucher du soleil. Cette variable a été ramenée à une échelle de valeurs discrètes utilisant la partie entière.

2.1.5.1 Bilan phénologique annuel

Comme indiqué, ci-dessus, l'activité en altitude des chauves-souris ne disparaît pas totalement au cours de la nuit. À certaines périodes de l'année, l'activité peut même être particulièrement importante à différents moments de la nuit notamment en septembre et octobre.

Si on examine dans le détail l'activité des chauves-souris sur l'ensemble des nuits (voir figure ci-après), les pics d'activité sont observés généralement en début de nuit et fin de nuit. Mais sur le mois d'août, l'activité est très importante sur l'ensemble de la nuit et décroît très légèrement jusqu'au début du mois d'octobre. Cette activité intense est particulièrement liée aux Noctules, notamment la Noctule de Leisler.

Néanmoins, 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.

Les graphiques suivants présentent l'activité, toute espèces confondues. Dans les actogrammes, la zone en violet correspond à la nuit, les zone grise correspondent aux périodes de panne.

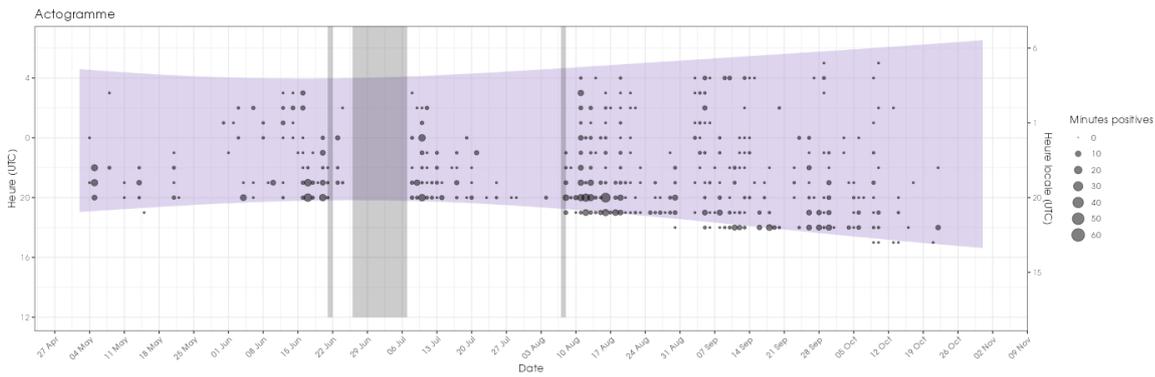


Figure 24 : Eolienne E02 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre 2023.

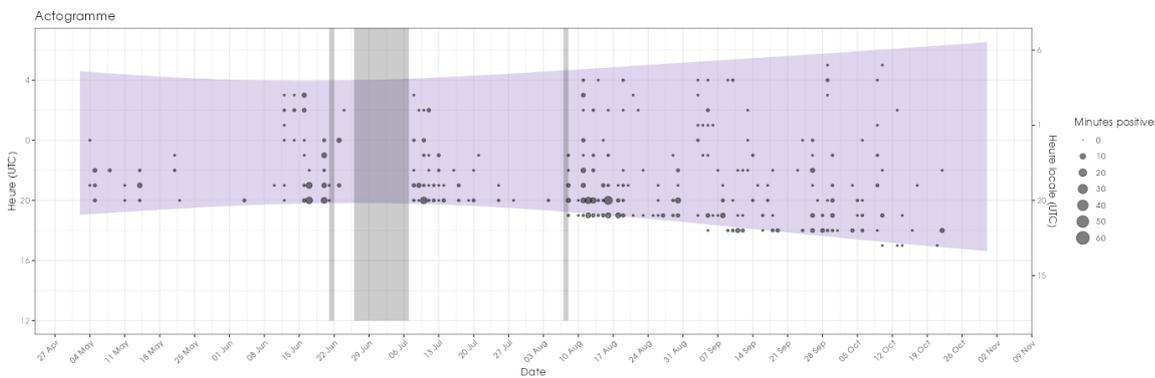


Figure 25 : Eolienne E02 - Répartition des contacts de la Noctule de Leisler par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre 2023.

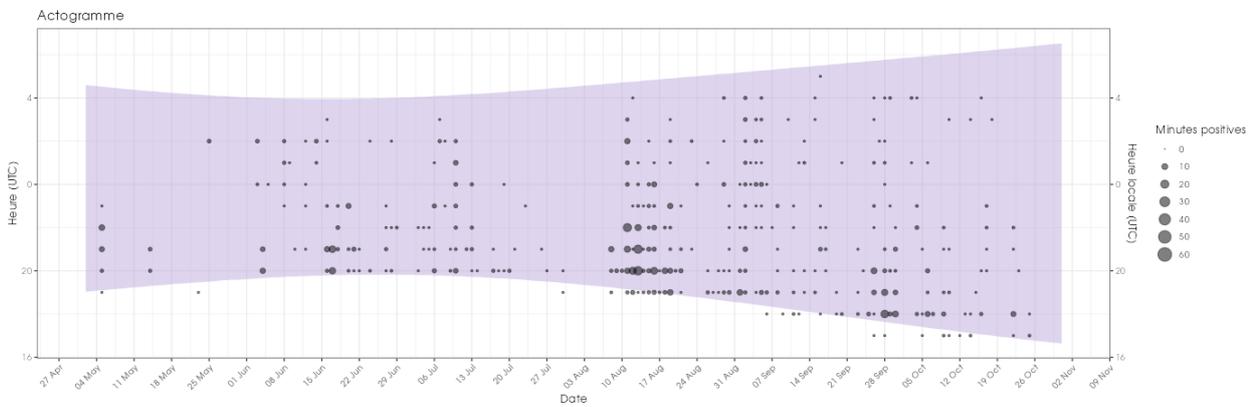


Figure 26 : Eolienne E06 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre 2023.

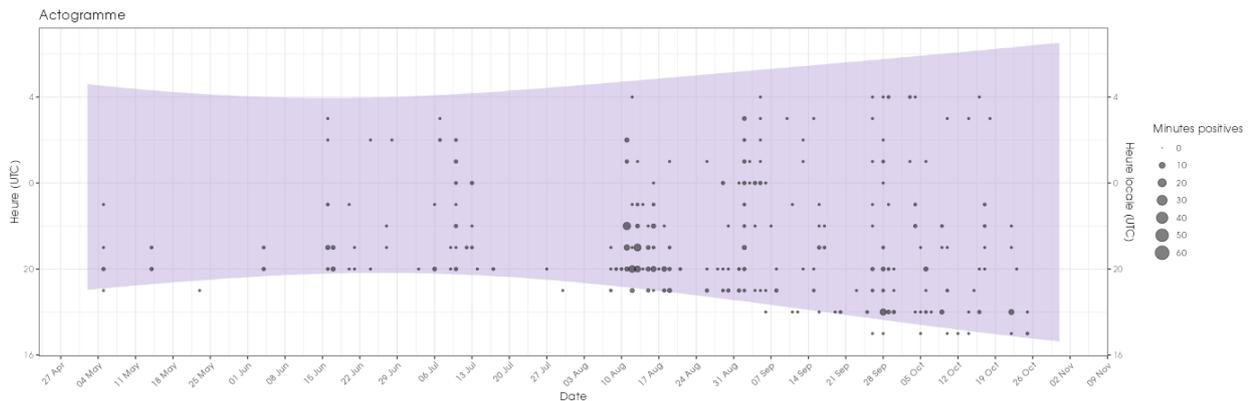


Figure 27 : Eolienne E06 - Répartition des contacts de la Noctule de Leisler par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre 2023.

L'activité en altitude est fluctuante mais ne disparaît pas totalement au cours de la nuit. Si on examine dans le détail cette activité sur l'ensemble des nuits, on constate qu'elle se concentre généralement en début de nuit. Mais ponctuellement, de légers pics d'activités en milieu de nuit, toutes espèces confondues, sont constatés, comme début juin (sur l'éolienne E02) et septembre (sur E06). En période de migration, principalement entre août et octobre.

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

Les chapitres suivants présentent des analyses des activités notées en altitude 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 température et de la vitesse de vent par classe reste la minute positive (nombre de minutes au cours desquelles il y a eu au moins un enregistrement de chauves-souris).

Pour cette analyse croisée, le nombre de minutes positives total est légèrement inférieur à celui observé et mentionné précédemment. Ceci est dû au fait que pour certains contacts, les capteurs météorologiques des éoliennes n'ont pas fait remonter de données de vitesse de vent et températures. Le nombre de contacts total reste néanmoins suffisant pour évaluer le comportement des chauves-souris. Le total de minutes positives associé avec des données météo étant de 2 729 au lieu de 2 825 en 2023.

2.2.1 Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 95 m.

2.2.1.1 Répartition des contacts selon la vitesse du vent

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction de la vitesse du vent sur le site, obtenue au-dessus et au niveau de la nacelle (95 m). Les résultats sont présentés sous deux graphiques différents montrant soit la densité des valeurs par classe de vitesse de vent (fonction de densité – pdf) soit la répartition des valeurs inférieures ou égales à chaque classe de vitesse de vent (fonction de répartition – cdf).

En 2023, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté toutes les 10 minutes des données correspondant à des plages moyennes de vent allant de 0,1 à 19,2 m/s. La moyenne des vents observée est de 5,21 m/s et la médiane est à 5 m/s.

L'échantillonnage est important pour les vitesses de vent comprises entre 1 et 11 m/s. Au-delà de ces bornes, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillons).

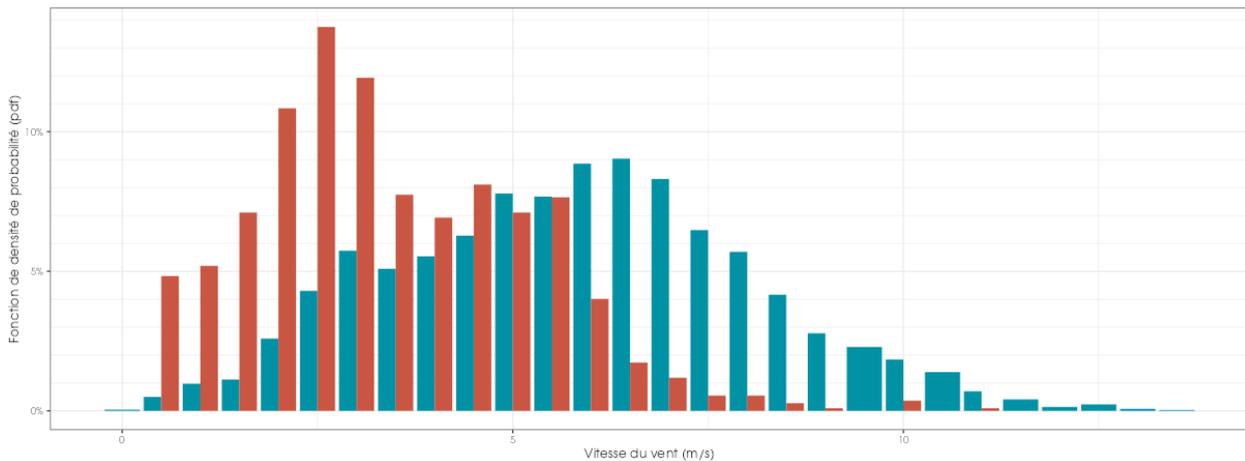


Figure 28 : Eolienne E02 - Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s).

pdf (conditions disponibles) – fonction de répartition des vitesses de vent enregistrées

pdf (conditions utilisées) – fonction de répartition des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

Le graphique précédent présente la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction du vent (m/s) sur le site, obtenue au niveau de la nacelle (95 m) et durant les 172 nuits de l'étude. Les résultats montrent la densité des valeurs par classe de vent (fonction de densité – pdf).

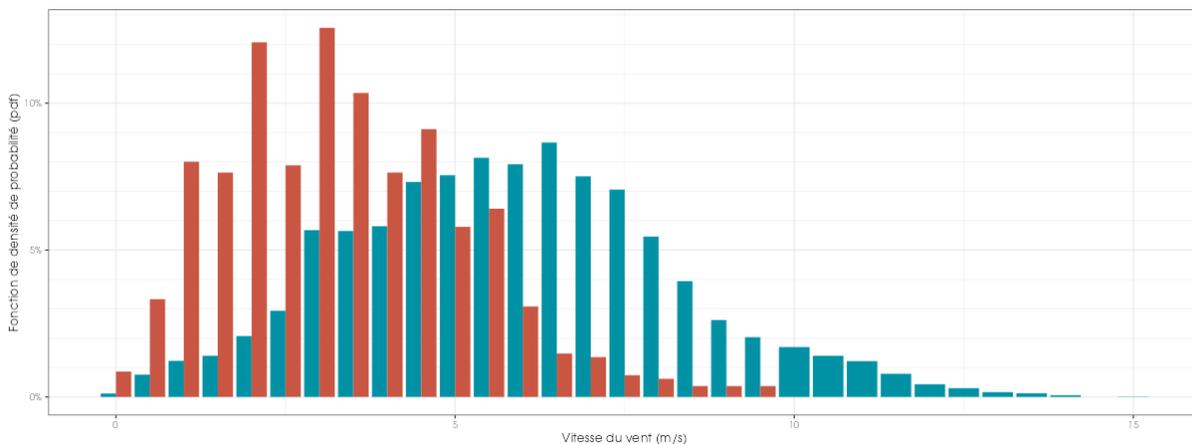


Figure 29 : Eolienne E06 - Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s).

pdf (conditions disponibles) – fonction de répartition des vitesses de vent enregistrées

pdf (conditions utilisées) – fonction de répartition des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

Le graphique précédent présente la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction du vent (m/s) sur le site, obtenue au niveau de la nacelle (95 m) et durant les 183 nuits de l'étude. Les résultats montrent la densité des valeurs par classe de vent (fonction de densité – pdf).

Toutes espèces confondues, la proportion de contacts des chauves-souris en fonction du vent diminue sur le site à partir de 4 m/s.

Au-delà de 9 m/s, les chauves-souris ne sont globalement plus actives. On observe néanmoins des contacts de chauves-souris en altitude à des vitesses de vent allant jusqu'à 10 m/s, voir quelques contacts exceptionnels à 12 m/s.

2.2.1.2 Proportion des activités en fonction de la vitesse du vent

Le tableau ci-dessous liste les vitesses de vent au-dessous desquelles des proportions ciblées des contacts (toutes espèces confondues) ont été obtenues à hauteur de nacelle.

Tableau 11 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction des vitesses de vent en altitude sur le parc de Chassepain en 2023.

	Vitesse de vent (en m/s à 95 m) en-dessous de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts cibles					
	50 %	75 %	85 %	90 %	95 %	99 %
Eolienne E2 - Ensemble des min. pos	3,17m/s	4,55 m/s	5,2 m/s	5,6 m/s	6,3 m/s	8,4 m/s
Eolienne E6 - Ensemble des min. pos	3,17 m/s	4,55 m/s	5,2 m/s	5,6 m/s	6,4 m/s	8,4 m/s

L'analyse de l'affinité nous 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 ci-dessous). Une affinité supérieure à 1 indique que les chiroptères semblent préférer ces conditions météorologiques pour être actifs (rouge).

Dans le cadre du suivi, l'analyse des résultats montre une nette préférence des chauves-souris pour des vents nocturnes inférieurs ou égaux à 5 à 5,5 m/s, pour les deux éoliennes.

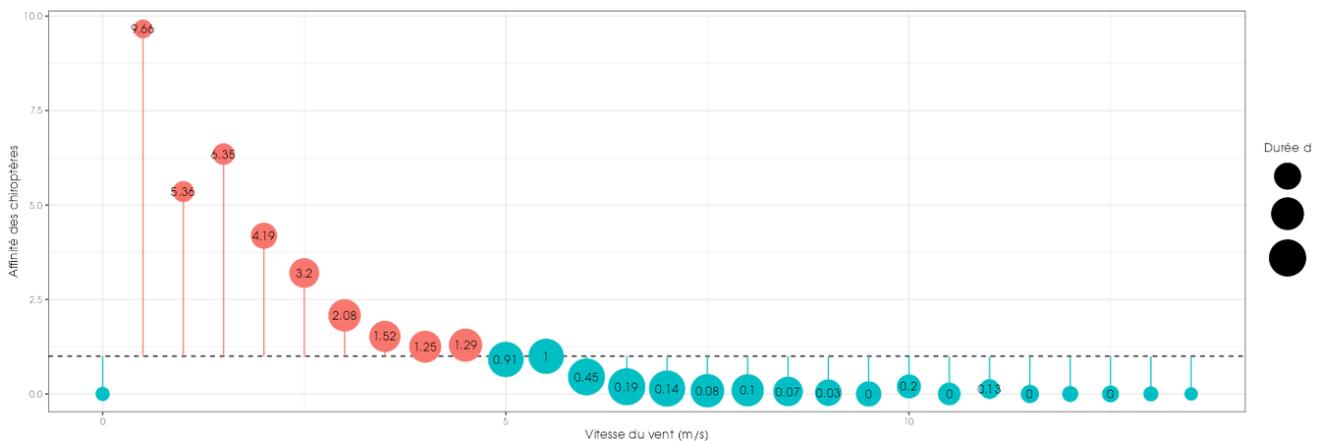


Figure 30 : Eolienne E02 - Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne en 2023.

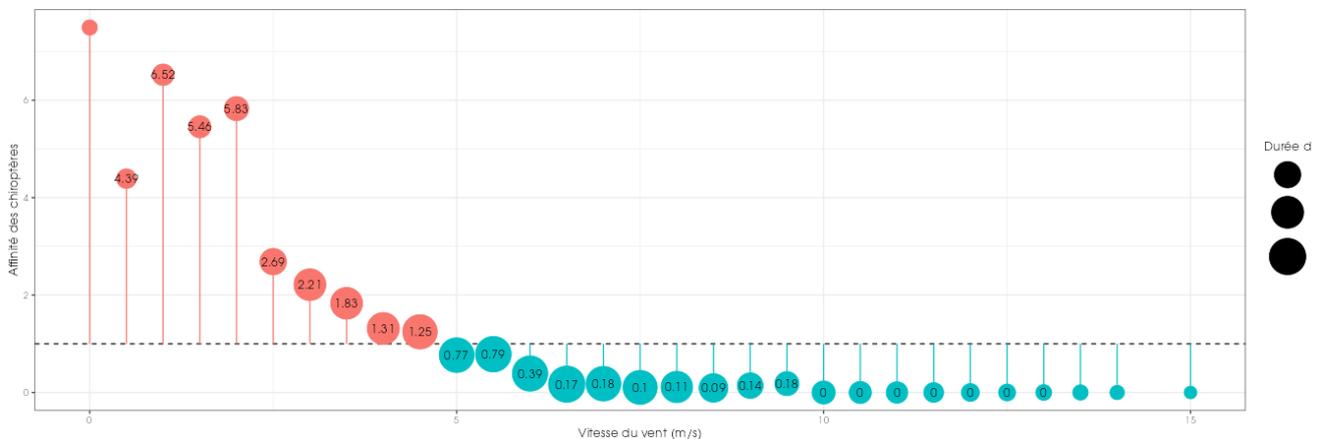


Figure 31 : Eolienne E06 - Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne en 2022.

2.2.1.3 Bilan de l'activité en altitude en fonction de la vitesse du vent

Sur le parc de Chassepain en 2023, l'activité en altitude recensée pour chaque espèce en fonction de la vitesse du vent (mesurée à 95 m), permet de ressortir les principales informations suivantes :

- 90 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures à 5,6 m/s pour les éolienne E2 et E6
- 75 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures 4,55 m/s pour les éolienne E2 et E6
- 50% de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures 3,17 m/s pour les éolienne E2 et E6

Dans le cadre de cette étude, l'analyse des résultats montre une préférence des chauves-souris pour des vitesses de vent inférieures ou égales à 5 à 5,5 m/s pour les deux éoliennes.

Les résultats obtenus en 2023 pour l'éolienne E02 et E06 sont inférieurs au résultat obtenu en 2022 et 2021.

- 2022 :
 - E02 : 90 % de l'activité supérieure à la médiane avait été mesurée à des vitesses de vent inférieures à environ 6,1 m/s
 - E06 : 90 % de l'activité supérieure à la médiane avait été mesurée à des vitesses de vent inférieures à environ 7,4 m/s
- 2021 :
 - E02 : 90 % de l'activité supérieure à la médiane avait été mesurée à des vitesses de vent inférieures à environ 6,8 m/s
 - E06 : 90 % de l'activité supérieure à la médiane avait été mesurée à des vitesses de vent inférieures à environ 6,2 m/s

2.2.2 Activité en fonction de la température mesurée à 95 m.

2.2.2.1 Répartition des contacts selon la température

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction de la température sur le site, obtenue au-dessus et au niveau de la nacelle (95 m). Les résultats sont présentés sous deux graphiques différents montrant soit la densité des valeurs par classe de température (fonction de densité – pdf) soit la répartition des valeurs inférieures ou égales à chaque classe de température (fonction de répartition – cdf).

Au cours du suivi, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté toutes les 10 minutes des données correspondant à des plages moyennes de température allant de 8 à 37°C. La moyenne et la médiane des températures observée sont de 21 °C.

L'échantillonnage est important pour les températures supérieures à 13°C et inférieures à 34°C. En-dehors de ces bornes, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillons).

Pour l'éolienne E2, le graphique suivant présente la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction de la température sur le site, obtenue au-dessus au niveau de la nacelle (95 m) et durant 172 nuits de l'étude. Les résultats sont présentés sous la forme d'un graphique montrant la densité des valeurs par classe de température (fonction de densité – pdf).

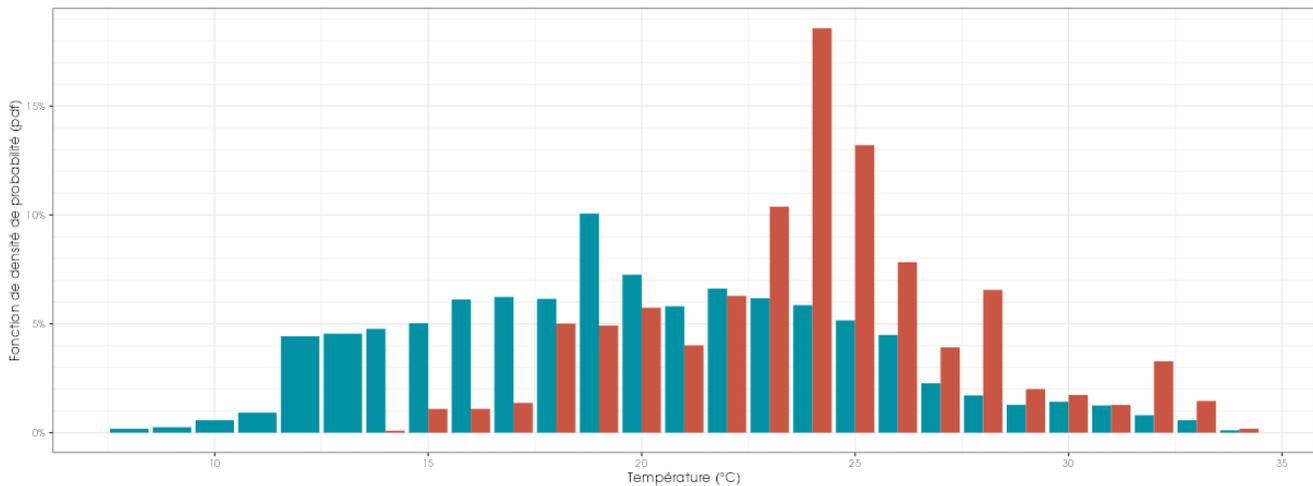


Figure 32 : Eolienne E02 - Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C).

pdf (conditions disponibles) – fonction de répartition des vitesses de vent enregistrées

pdf (conditions utilisées) – fonction de répartition des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

Pour l'éolienne E6, le graphique suivant présente la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction de la température sur le site, obtenue au-dessus au niveau de la nacelle (95 m) et durant 183 nuits de l'étude. Les résultats sont présentés sous la forme d'un graphique montrant la densité des valeurs par classe de température (fonction de densité – pdf).

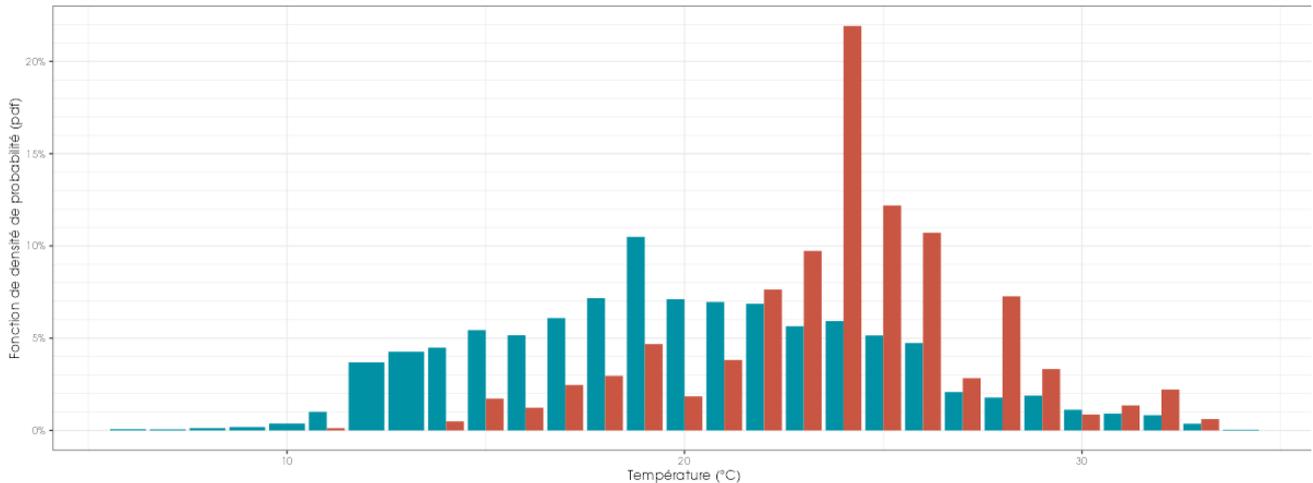


Figure 33 : Eolienne E06 - Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C).

pdf (conditions disponibles) – fonction de répartition des vitesses de vent enregistrées

pdf (conditions utilisées) – fonction de répartition des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

Les chauves-souris utilisent majoritairement les plages disponibles au-delà de 15°C. Sous cette température et malgré l'importance de la disponibilité en plages temporelles, l'activité est réduite. L'activité en altitude des chauves-souris sur le site est optimale entre 18 et 26°C.

2.2.2.2 Proportion des activités en fonction de la température

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

Tableau 12 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction de la température en altitude sur le parc de Chassepain en 2023.

	Température (en °C à 95 m) au-dessus de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts ciblés					
	50 %	75 %	85 %	90 %	95 %	99 %
Eolienne E2 - Ensemble des min. pos.	24°C	23°C	21°C	19°C	18°C	16°C
Eolienne E6 - Ensemble des min. pos.	24°C	23°C	21°C	19°C	18°C	16°C

L'analyse de l'affinité nous 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 ci-dessous). Une affinité supérieure à 1 indique que les chiroptères semblent préférer ces conditions météorologiques pour être actifs (rouge).

Dans le cadre du suivi, l'analyse des résultats montre une nette préférence des chauves-souris pour des températures nocturnes supérieures entre 21 à 22°C.

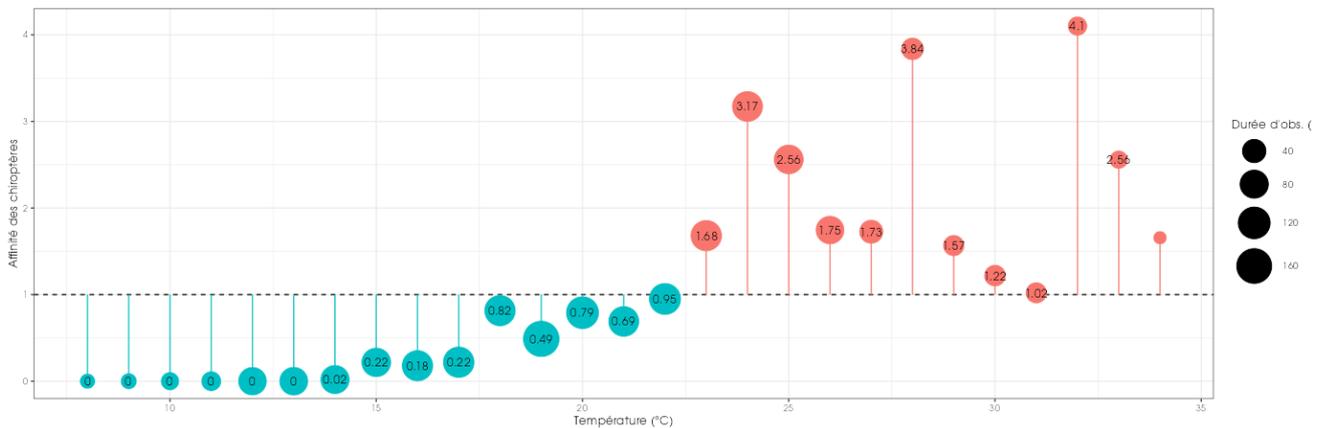


Figure 34 : Eolienne E02 - Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne en 2023.

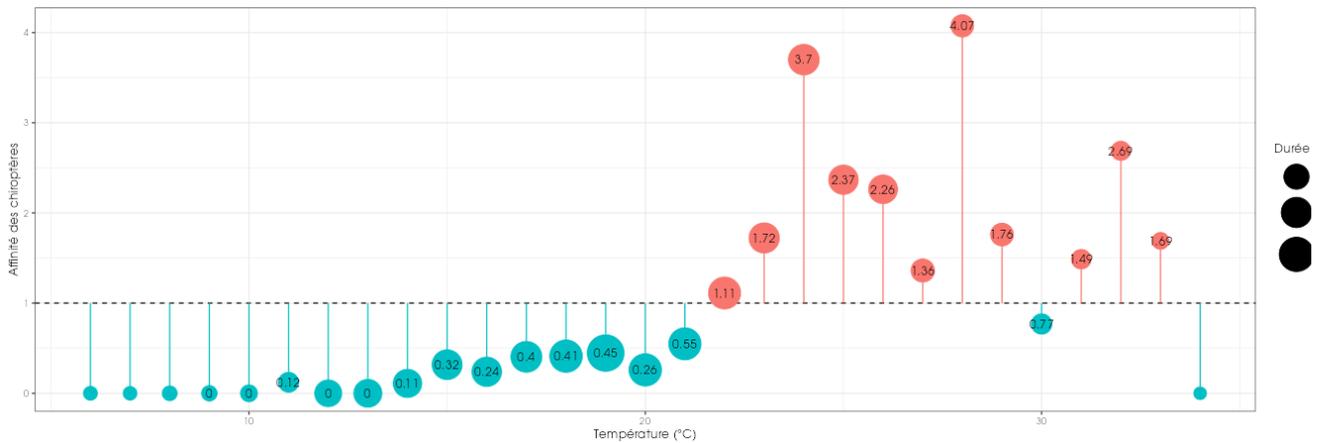


Figure 35 : Eolienne E06 - Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne en 2023.

2.2.2.3 Bilan de l'activité en altitude en fonction de la température

Sur le parc de Chassepain en 2023, l'activité en altitude recensée pour chaque espèce en fonction de la température (mesurée à 95 m), permet de ressortir les principales informations suivantes, en fonction des éoliennes :

- 90 % de l'activité a été enregistrée à des températures supérieures à 19°C ;
- 75 % de l'activité a été enregistrée à des températures supérieures à 23°C.
- 50 % de l'activité a été enregistrée à des températures supérieures à 24°C.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse des résultats montre une préférence des chauves-souris pour des températures supérieures ou égales à 21 ou 22°C, suivant l'éolienne.

Les résultats obtenus en 2023 pour l'éolienne E02 et E06 sont supérieurs au résultat obtenu en 2022 et 2021.

- 2022 :
 - E02 : 90 % de l'activité supérieure à la médiane avait été mesurée à des températures inférieures à environ 17°C ;
 - E06 : 90 % de l'activité supérieure à la médiane avait été mesurée à des températures inférieures à environ 17°C.
- 2021 :
 - E02 : 90 % de l'activité supérieure à la médiane avait été mesurée à des températures inférieures à environ 17°C ;
 - E06 : 90 % de l'activité supérieure à la médiane avait été mesurée à des températures inférieures à environ 17°C.

2.2.3 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 température et la vitesse de vent. 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.

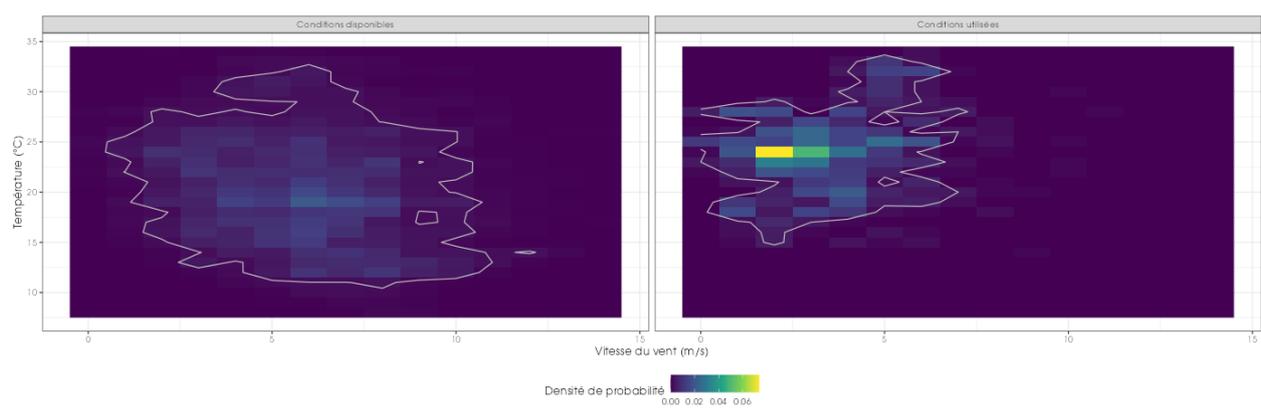


Figure 36 : Eolienne E2 - Météo enregistrée sur les capteurs (conditions disponibles, à gauche) et conditions météo utilisées par les chauves-souris (conditions utilisées, à droite) en 2023

L'enveloppe délimite 90 % de la proportion de point demandée.

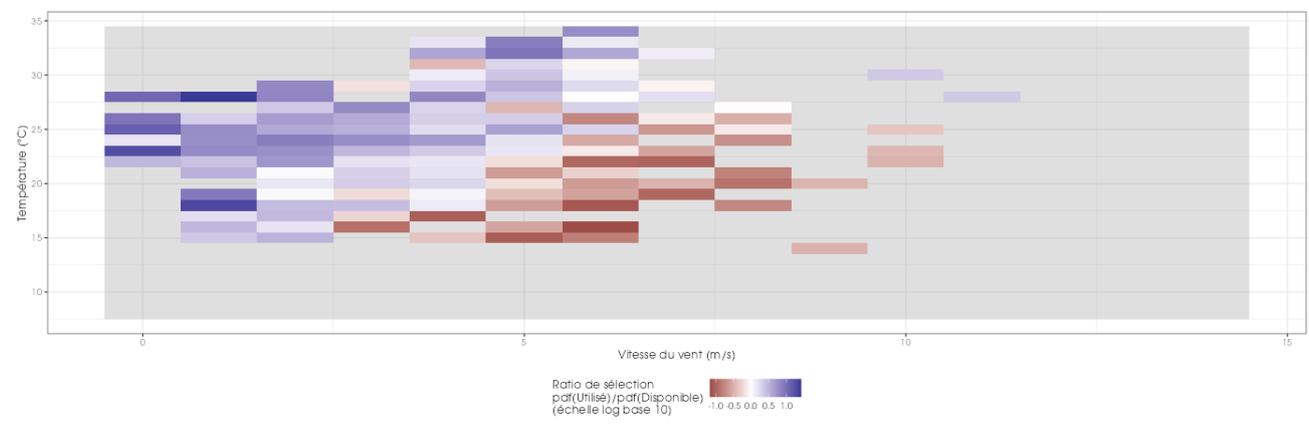


Figure 37 : Eolienne E2 - Bilan des conditions météo sélectionnées par les chauves-souris en 2023

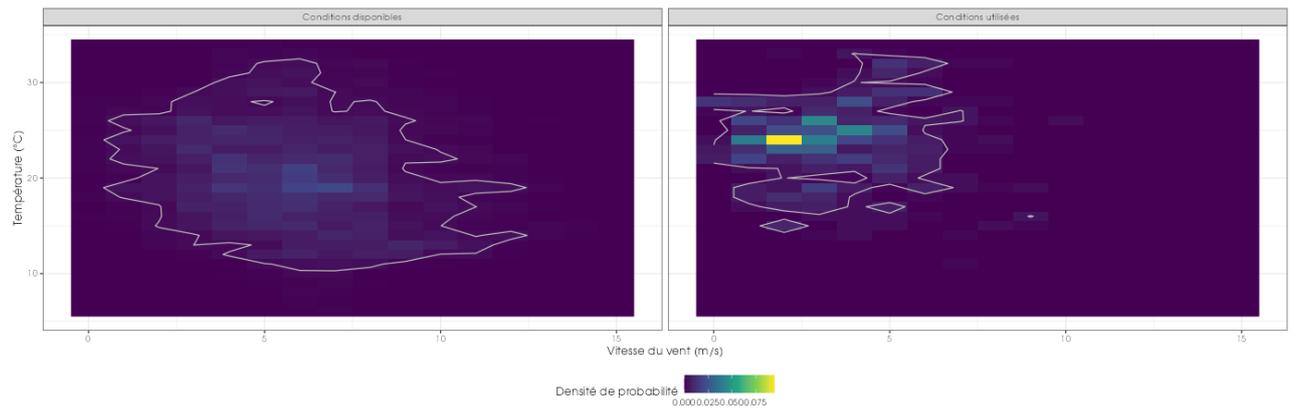


Figure 38 : Eolienne E6 - Météo enregistrée sur les capteurs (conditions disponibles, à gauche) et conditions météo utilisées par les chauves-souris (conditions utilisées, à droite) en 2023.

L'enveloppe délimite 90 % de la proportion de point demandée.

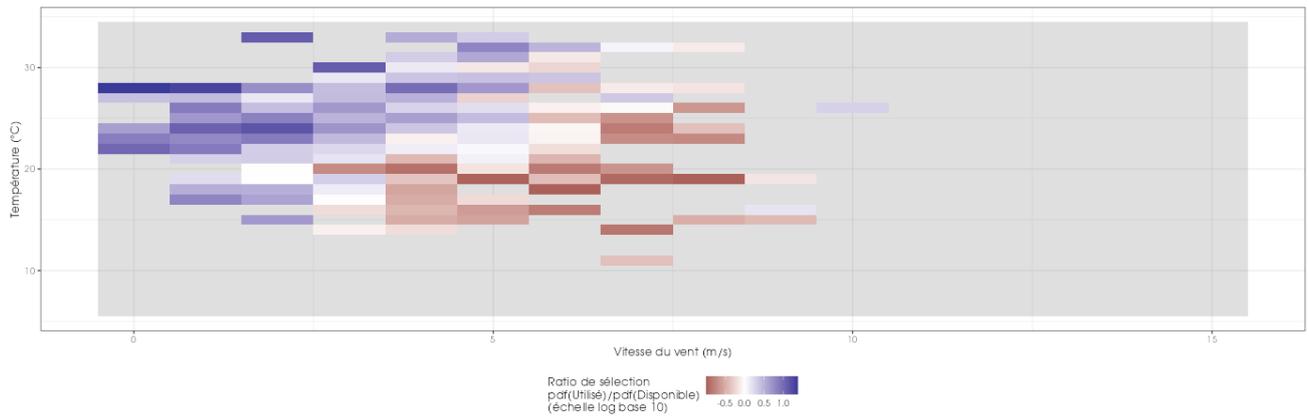


Figure 39 : Eolienne E6 - Bilan des conditions météo sélectionnées par les chauves-souris en 2023

Au regard des éléments météorologiques enregistrés au niveau des éoliennes E2 et E6 sur le parc de Chassepain en 2023, et de l'activité des chiroptères associée, **il en ressort que l'utilisation du site (en bleu) est majoritaire dans des gammes de vitesse de vent comprises entre 0 et 6 m/s (avec quelques exceptions pour des vent de 10 m/s) et de températures comprises entre 13 et 26°C.**

Il convient de noter que pour des conditions météorologiques rares (températures supérieures à 30°C), les chances d'utilisation du site par les chauves-souris, et ce malgré des vitesses de vent plus fortes, sont non négligeables.

3 Synthèse de l'écoute de l'activité des chiroptères

3.1 Bilan des suivis en 2023

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

Deux dispositifs d'enregistrement automatique (Bat LOGGER WEX1) équipé d'un micro ont été placés à 90 m au sein de la nacelle des éoliennes E02 et E06 du parc éolien de Chassepain dans l'Indre (36), en 2023. Il a permis d'enregistrer l'activité des chauves-souris entre 2 mai et le 31 octobre 2023, soit durant 172 nuits pour l'éolienne E02 et 183 nuits pour l'éolienne E06. Les différences de nombre de nuits effectives d'enregistrements entre les deux éoliennes sont dues à des coupures d'alimentation électrique de l'éolienne E2 (maintenance, ...).

Les enregistrements indiquent la présence de huit espèces en altitude sur l'année 2023. Cela représente un peu plus de 32 % des espèces présentes en région Centre-Val-de-Loire. Il s'agit d'une diversité moyenne considérant que les enregistrements ont été réalisés en altitude. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude.

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

Le suivi en altitude montre que :

- **La Noctule de Leisler domine le peuplement chiroptérologique** avec 42 et 44% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude.
 - **Sur l'éolienne E02**, son activité est très forte au printemps, en été et à l'automne.
 - **Sur l'éolienne E06**, son activité est moyenne au printemps et à l'été et très forte à l'automne
- **La Pipistrelle commune est la seconde espèce la plus présente** avec 14 à 16% des « minutes positives » de chauves-souris enregistré en altitude. Elle est présente de manière homogène sur l'ensemble des périodes d'enregistrements, Avec un pic d'activité en juin.
 - **Sur l'éolienne E02**, son activité est faible au printemps et à l'automne et moyenne durant l'été.
 - **Sur l'éolienne E06**, son activité est très faible sur la totalité de la saison d'inventaire.
- **La Noctule commune est également bien représentée** avec 11 à 16 % du total des minutes positives obtenues
 - **Sur l'éolienne E02**, son activité est très faible au printemps et à l'été et moyenne durant l'automne.
 - **Sur l'éolienne E06**, son activité est très faible au printemps et à l'été et faible à l'automne.
- **La Grande Noctule représente 0,5 à 0,75 %** du total des minutes positives obtenues. Elle a été observée sur le site pour la première fois en 2022. Les nombre de contacts en 2023 ont sensiblement augmenté. Son activité apparait forte à très forte suivant l'éolienne durant l'automne.

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

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

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

- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des vitesses de vent inférieures à 5,6 m/s ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des températures supérieures à 19 °C.

3.2 Comparaison résultats 2019-2021-2022-2023

Entre 2019 et 2023 un nombre équivalent de nuits ont été suivies sur la même période de l'année. On observe également une constance quant au nombre de minutes positives enregistrés entre 2019 et 2023.

La diversité spécifique s'accroît également entre les années, passant de 5, puis 6 et enfin 8 espèces différentes. La Grande Noctule fût identifiée pour la première fois en 2022 puis recontactée en 2023 avec une occurrence plus importante. A cette diversité spécifique s'ajoute en 2023, la Pipistrelle Pygmée et la Sérotine commune. Il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude.

Tableau 13 : Tableau récapitulatif des années de suivi entre 2019 et 2023 sur le parc de Chassepain

Année de suivi	2019		2021		2022		2023	
	E02	E06	E02	E06	E02	E06	E02	E06
Nombre de nuits exploitable	197		173		174		172	183
Diversité spécifique	5		5		6		8	
Contact 5s	1 020	2 465	2 718	2 536	2 537	4 062	3 462	2 226
Minutes positives	488	1 122	1 613	1 584	1 613	1 510	1 743	1 082
Contact en altitude en %								
Noctule de Leisler	Entre 31 et 32 %		Entre 18 et 34%		Entre 37 et 38%		Entre 42 et 44 %	
Pipistrelle commune	Entre 19 et 20 %		Entre 13 et 15 %		Entre 9 et 10%		Entre 13 et 15%	
Noctule commune	Entre 3 et 9%		Entre 19 et 45%		Entre 16 et 21 %		Entre 11 et 16 %	
Grande Noctule	NC		NC		< 1%		< 1%	

La phénologie est équivalente sur les quatre années, un premier pic d'activité est globalement visible en juin, de chaque année, mais sensiblement plus marqué en 2019 et 2023. Ce pic correspond généralement à la période de dispersion des pipistrelles. De plus, un second pic marquant la période de migration automnale des différentes espèces (principalement en août) est visible sur l'ensemble des années de suivi.

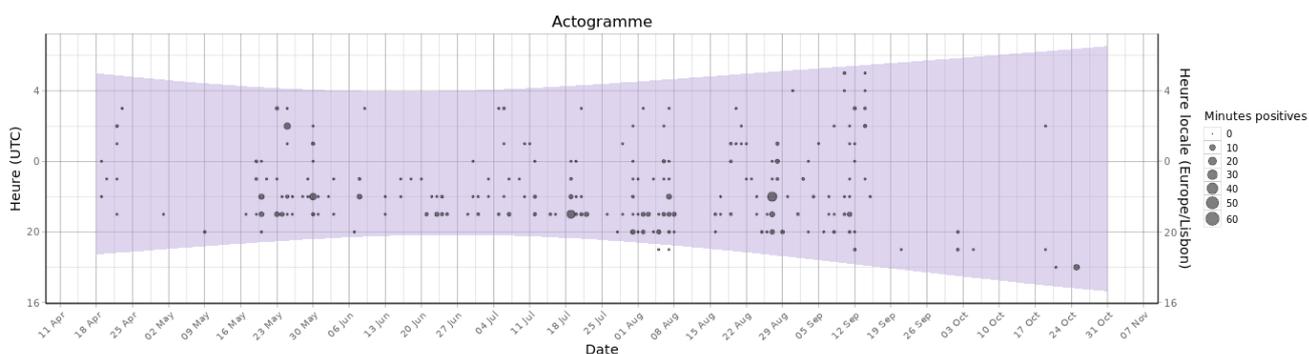


Figure 40 : Eolienne E02 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre avril et octobre en 2019.

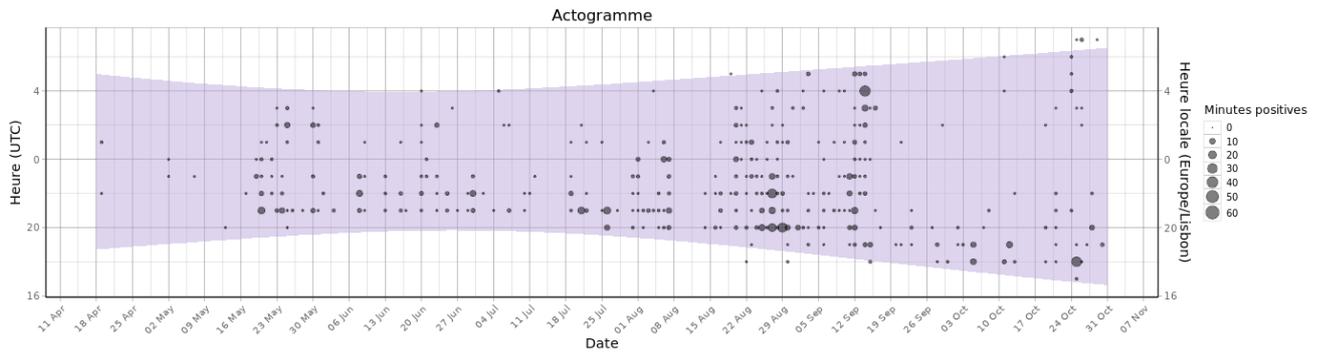


Figure 41 : Eolienne E06 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre avril et octobre en 2019.

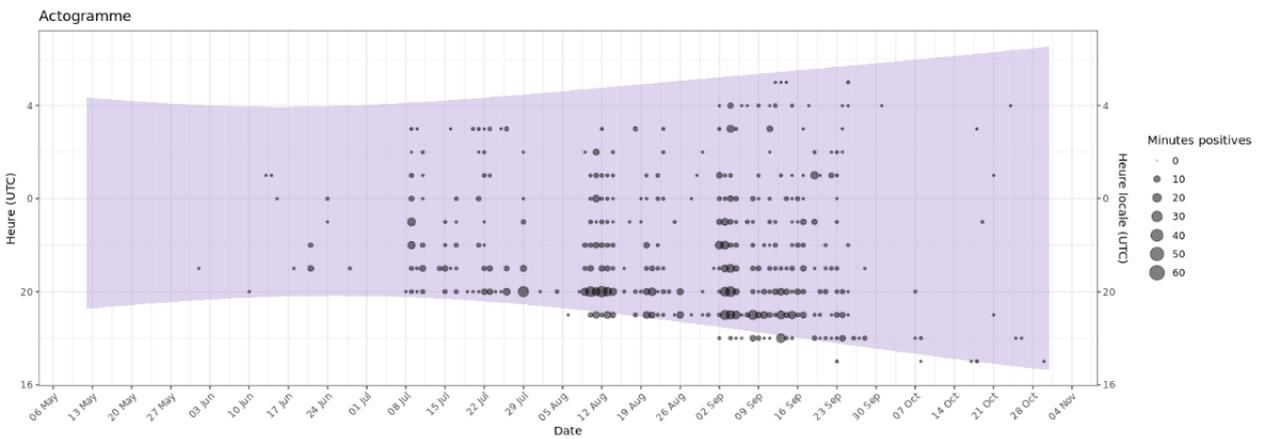


Figure 42 : Eolienne E02 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2021.

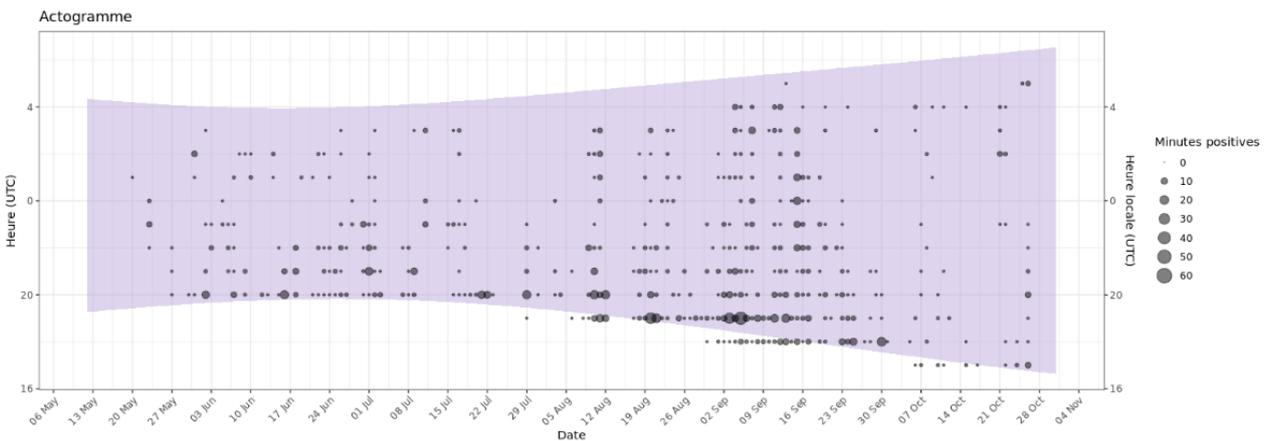


Figure 43 : Eolienne E06 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2021.

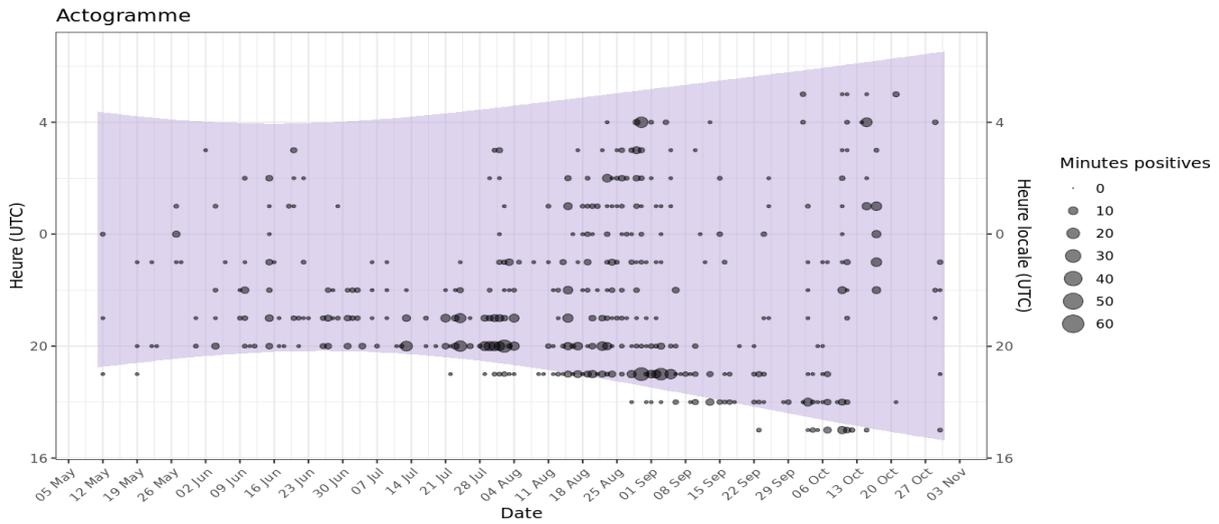


Figure 44 : Eolienne E02 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2022.

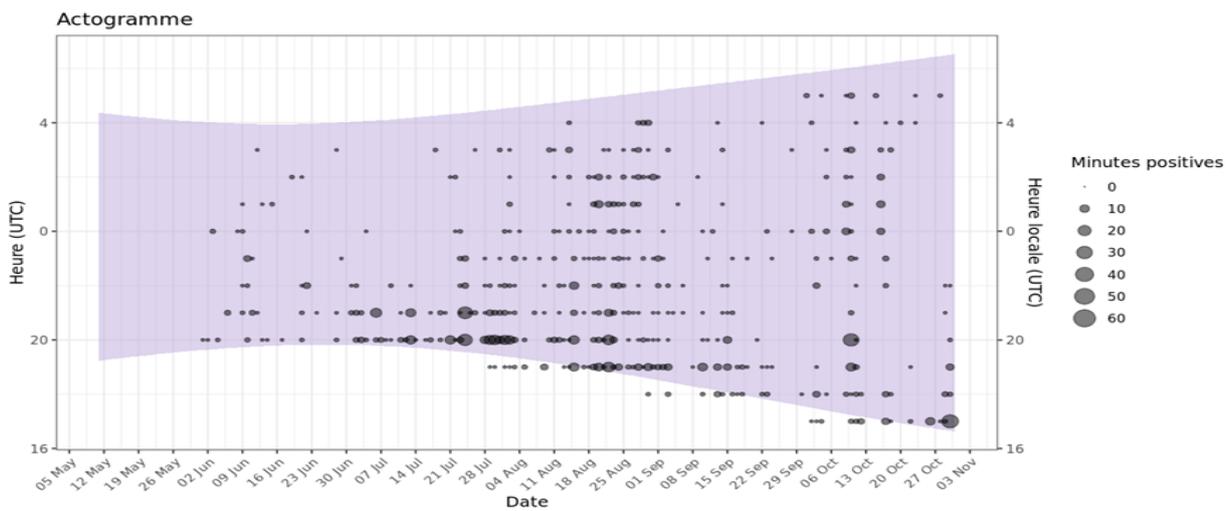


Figure 45 : Eolienne E06 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2022.

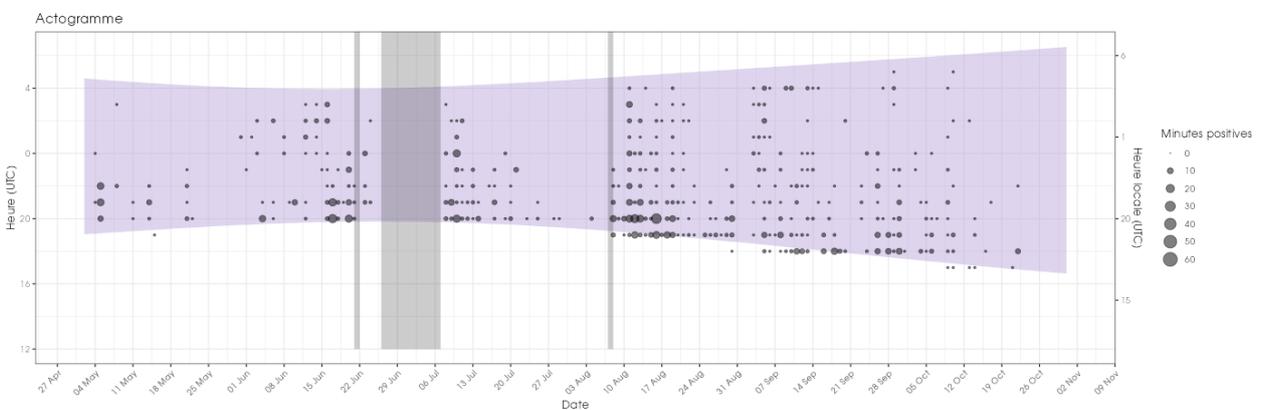


Figure 46 : Eolienne E02 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2023.



Figure 47 : Eolienne E06 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2023.

3.3 Asservissement éolien en fonction de l'activité chiroptérologique

Depuis 2021, un bridage des 10 éoliennes sur le parc de Chassepain est effectif à ce jour. Les conditions de bridage actuel du parc sont définies dans l'arrêté préfectoral : « Pour prévenir les risques de collisions avec les chiroptères, les aérogénérateurs sont mis à l'arrêt 30 minutes avant le coucher du soleil et jusqu'à 2 heures après le coucher du soleil, sur la période allant du 1^{er} juillet au 15 octobre, lorsque la vitesse des vents est inférieure à 6m/s. ».

Ce type d'analyse ne prend pas en compte les variations annuelles d'activité des chauves-souris. Les proportions d'activités protégées par les paramètres de bridage peuvent évoluer.

Tableau 14 : Evaluation du bridage des éoliennes pour le parc de Chassepain.

	Bridage effectif en 2023
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} juillet au 15 octobre, correspondant à la principale période d'activité des chiroptères en altitude
Seuil de température	Pas de seuil de températures
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures à 6 m/s
Nombre d'heures durant la nuit	Durant les deux premières heures de la nuit
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par les arrêts machines	39,9 %
Proportion des Noctules de Leisler (en %) couverte par les arrêts machines	43,8 %
Proportion des Noctules communes (en %) couverte par les arrêts machines	53,4 %
Proportion des Grandes Noctules (en %) couverte par les arrêts machines	36,8 %
Proportion des Pipistrelles communes (en %) couverte par les arrêts machines	39 %

En 2023, comme lors des années précédentes, le pourcentage d'activité couverte est resté très faible. Il apparaît nécessaire de réadapter le bridage afin de limiter l'impact du parc de Chassepain sur le groupe des chauves-souris. Le nouveau bridage devra permettre de mieux couvrir l'activité des chauves-souris en altitude, en utilisant des seuils de température et en ciblant les périodes de forte activité des chauves-souris sur le secteur. Le scénario de bridage suivant propose la mise en place de quatre périodes avec des seuils de vent et de température adapté.

Tableau 15 : Scénario de bridage pouvant être mis en place à partir de 2024 sur le parc.

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} mai au 30 mai	Du 1 ^{er} juin au 31 juillet	Du 1 ^{er} août au 30 septembre	Du 1 ^{er} octobre au 31 octobre
Seuil de température	Par des températures supérieures ou égales à 15°C			Par des températures supérieures ou égales à 10°C
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>4.5 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>5.5 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6 m/s</u>
Nombre d'heures durant la nuit	30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil			

L'efficacité de ce scénario de bridage peut être tester en utilisant les enregistrements obtenus en 2022 et 2023 au niveau des deux éoliennes E2 et E6. L'ensemble des espèces de noctules, dont la Grande Noctule, ont été observées sur ces deux années consécutives. Les deux tableaux suivants présente l'efficacité obtenu pour le scénario proposé.

Pour l'évaluation de ce scénario, le nombre de minutes positives total est légèrement inférieur à celui observé et mentionné dans l'étude. Ceci est dû au fait que pour certains contacts, les capteurs météorologiques des éoliennes n'ont pas fait remonter de données de vitesse de vent et températures. Le nombre de contacts total reste néanmoins suffisant pour évaluer les bridages. Le total de minutes positives associé avec des données météo étant de 2 729 au lieu 2 825 en 2023, et de 2 118 au lieu de 3 123 en 2022.

Tableau 16 : Scénario de bridage pouvant être mis en place à partir de 2024 sur le parc Chassepain et testés à partir des données de suivi de 2022.

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Total
Evaluation du scénario de bridage sur les enregistrements au niveau des éoliennes E2 et E6 en 2022					
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	87,9 %	89,6 %	87,8%	83 %	87,4 %
Nombre de minute positive restant à risque	7 minutes sur 58 toutes espèces confondues	91 minutes sur 878 toutes espèces confondues	192 minutes sur 1 575 toutes espèces confondues	103 minutes sur 607 toutes espèces confondues	393 minutes sur 3 118 toutes espèces confondues
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	100 %	90,6 %	89,1 %	81,7%	88,1 %
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	0 minutes sur 14 minutes de présence des Noctules de Leisler.	36 minutes sur 382 minutes de présence des Noctules de Leisler.	57 minutes sur 525 minutes de présence des Noctules de Leisler.	46 minutes sur 251 minutes de présence des Noctules de Leisler.	139 minutes sur 1 172 minutes de présence des Noctules de Leisler.
Proportion d'activité des Noctules communes (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	100 %	91,2 %	93,9 %	95,5 %	93,4%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	0 minutes sur 2 minutes de présence des Noctules communes	12 minutes sur 137 minutes de présence des Noctules communes.	26 minutes sur 426 minutes de présence des Noctules communes.	1 minutes sur 22 minutes de présence des Noctules communes	39 minutes sur 587 minutes de présence des Noctules communes
Proportion d'activité des Grandes Noctules (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	Non applicable / espèce non observée à cette période	100 %	Non applicable / espèce non observée à cette période	100 %	100 %
Nombre de minute positive restant à risque pour la Grande Noctule	Non applicable / espèce non observée à cette période	0 minutes sur 1 minutes de présence des Grandes Noctules	Non applicable / espèce non observée à cette période	0 minutes sur 1 minutes de présence des Grandes Noctules	0 minutes sur 2 minutes de présence des Grandes Noctules

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Total
Proportion d'activité des pipistrelles (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	84,9 %	88,6 %	88,7 %	88,1 %	88,2 %
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	5 minutes sur les 33 minutes de présences des pipistrelles	20 minutes sur 176 minutes de présence des pipistrelles	12 minutes sur 106 minutes de présence des pipistrelles	26 minutes sur 218 minutes de présence des pipistrelles	63 minutes sur 533 minutes de présence des pipistrelles

Tableau 17 : Scenario de bridage pouvant être mis en place à partir de 2024 sur le parc Chassepain et testés à partir des données de suivi de 2023.

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Période n°4	Total
Evaluation du scénario de bridage sur les enregistrements au niveau des éoliennes E2 et E6 en 2023					
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	91,5 %	91,3 %	95,5%	86,8 %	93,6 %
Nombre de minute positive restant à risque	10 minutes sur 117 toutes espèces confondues	57 minutes sur 655 toutes espèces confondues	79 minutes sur 1738 toutes espèces confondues	29 minutes sur 219 toutes espèces confondues	175 minutes sur 2729 toutes espèces confondues
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	93,3 %	91,5 %	95,3 %	83,5%	93,1 %
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	3 minutes sur 45 minutes de présence des Noctules de Leisler.	23 minutes sur 272 minutes de présence des Noctules de Leisler.	35 minutes sur 749 minutes de présence des Noctules de Leisler.	21 minutes sur 127 minutes de présence des Noctules de Leisler.	82 minutes sur 1 193 minutes de présence des Noctules de Leisler.
Proportion d'activité des Noctules communes (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	100 %	91,7 %	95,9 %	100 %	95,7%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	0 minutes sur 1 minutes de présence des Noctules communes	2 minutes sur 24 minutes de présence des Noctules communes.	16 minutes sur 389 minutes de présence des Noctules communes.	0 minutes sur 2 minutes de présence des Noctules communes	18 minutes sur 416 minutes de présence des Noctules communes
Proportion d'activité des Grandes Noctules (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	Non applicable / espèce non observée à cette période	Non applicable / espèce non observée à cette période	94,7 %	Non applicable / espèce non observée à cette période	94,7 %
Nombre de minute positive restant à risque pour la Grande Noctule	Non applicable / espèce non observée à cette période	Non applicable / espèce non observée à cette période	1 minutes sur 19 minutes de présence des Grandes Noctules	Non applicable / espèce non observée à cette période	1 minutes sur 19 minutes de présence des Grandes Noctules
Proportion d'activité des pipistrelles (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	93,5 %	94,3 %	96,9 %	100 %	95,9 %
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	6 minutes sur les 62 minutes de présences des pipistrelles	13 minutes sur 227 minutes de présence des pipistrelles	8 minutes sur 263 minutes de présence des pipistrelles	0 minutes sur 58 minutes de présence des pipistrelles	25 minutes sur 610 minutes de présence des pipistrelles

Nous recommandons de mettre en œuvre en 2024, le protocole de bridage proposé. Ce bridage permet de couvrir plus de 87 à 93 % de l'activité des chauves-souris sur l'ensemble de la période d'activité des chauves-souris, en fonction de l'année testé.

Il offre également un bon taux de préservation des différentes noctules. On observe une efficacité de 88 à 93% pour la Noctule de Leisler, de 93 à 95 % pour la Noctule commune et 96 à 100 % pour la Grande Noctule. Il apparaît adapté aux espèces les plus vulnérables et menacées (Noctule commune et Grande Noctule)

Les nouveaux paramètres de bridage devront faire l'objet d'une évaluation de son efficacité lors du suivi mortalité et suivi de l'activité en altitude en 2024.

4 Bibliographie

- ④ 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.
- ④ ARNETT E. B., SCHIRMACHER M., HUSO M. & HAYES J., 2009. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. – Bats and Wind Energy Cooperative, 44 p.
- ④ ARTHUR, L. & LEMAIRE, M., 2015. Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, 544 p.
- ④ BARATAUD, M., 2020. Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. 4ème édition. Biotope / Publications scientifiques du MNHN. 360 p.
- ④ BAERWALD E. & BARCLAY R., 2009. Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. – Journal of Mammalogy 90(6), p. 1341-1349.
- ④ BOULIGAND S., LECOQ A., DULAC P., MARCHADOUR B., MÊME-LAFOND B., LE NEVÉ A., 2018. Prescriptions pour la prise en compte des chiroptères et de l'avifaune dans l'installation et l'exploitation des parcs éoliens en Pays de la Loire. Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement des Pays de la Loire. Nantes. 35p.
- ④ DALTHORP, D., MADSEN, L., HUSO, M., RABIE, P., WOLPERT, R., STUDYVIN, J., SIMONIS, J., and MINTZ, J., 2018, GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 7, chap. A2, 13 p., <https://doi.org/10.3133/tm7A2>.
- ④ 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.
- ④ HAQUART, A., 2013. Actichiro : référentiel d'activité des chiroptères – Éléments pour l'interprétation des dénombrements de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française. EPHE.
- ④ HAQUART, A. 2017. Reference scale of activity levels for microphones installed on winds masts in France and Belgium. 14th European Bat Research Symposium, Donostia (Espagne), 1-5 août 2017. Poster.
- ④ 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.
- ④ HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe: A review of literature and analysis of banding data. Naturschutz und Biologische Vielfalt No. 28: 1-172.
- ④ IMPACT ET ENVIRONNEMENT, 2008. Parc éolien sur les communes de Juillé, Piacé, Vivoin (72) – étude d'impact. 207 p.
- ④ MARCHADOUR B., BANASIAK M., BARBOTIN A., BESLOT E., CHENAVAL N., GROSBOIS X., MÊME-LAFOND B., MONTFORT D., MOQUET J., PAILLAT J.-P., PAILLEY P., PERRIN M., ROCHARD N. & VARENNE F., 2020. Liste rouge des mammifères continentaux des Pays de la Loire et responsabilité régionale. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Angers, 20 p.
- ④ MATUTINI, F. 2014. Détermination de l'effort d'échantillonnage pour la réalisation d'inventaires chiroptérologiques à 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.
- ④ MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, 2018. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre – Révision du protocole de 2015. 19p.
- ④ ROEMER, C., 2018. Thèse : Bat movement ecology at the local scale and anthropogenic collision risks. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- ④ 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.
- ④ UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.
- ④ Site internet :
- ④ DURR, 2023 :
<https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitschwerpunkte/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>

5 Index des tableaux, cartes et figures

Index des tableaux

Tableau 1 : Paramètres d'enregistrement	7
Tableau 2 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois en 2023.	7
Tableau 3 : Référentiel Altichiro-Altitude utilisé pour l'étude Chassepain	10
Tableau 4 : Équipe de travail	16
Tableau 5 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées en altitude sur le parc de Chassepain en 2023.	18
Tableau 6 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur l'éolienne E2 du parc de Chassepain en 2023	19
Tableau 7 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur l'éolienne E6 du parc de Chassepain en 2023	19
Tableau 8 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période printanière sur les éoliennes E2 et E6 du parc de Chassepain en 2023	20
Tableau 9 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période estivale sur les éoliennes E2 et E6 du parc de Chassepain en 2023	21
Tableau 10 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période automnale sur les éoliennes E2 et E6 du parc de Chassepain en 2023	22
Tableau 11 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction des vitesses de vent en altitude sur le parc de Chassepain en 2023.	32
Tableau 12 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction de la température en altitude sur le parc de Chassepain en 2023.	35
Tableau 13 : Tableau récapitulatif des années de suivi entre 2019 et 2023 sur le parc de Chassepain	40
Tableau 14 : Evaluation du bridage des éoliennes pour le parc de Chassepain.	43
Tableau 15 : Scenario de bridage pouvant être mis en place à partir de 2024 sur le parc.	44
Tableau 16 : Scenario de bridage pouvant être mis en place à partir de 2024 sur le parc Chassepain et testés à partir des données de suivi de 2022.	44
Tableau 17 : Scenario de bridage pouvant être mis en place à partir de 2024 sur le parc Chassepain et testés à partir des données de suivi de 2023.	45

Index des figures

Figure 1 : Microphone positionné au sein de l'éolienne E6 en 2023	5
Figure 2 : Boitier positionné au sein de l'éolienne E6 en 2023	5
Figure 3 : Éolienne E2 en 2023	5
Figure 4 : Éolienne E6 en 2023	5
Figure 5 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope	8

Figure 6 : Répartition spatiale des points-nuits pour chaque référentiel.	10
Figure 7 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude.	13
Figure 8 : Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude de l'éolienne E2 en 2023.	14
Figure 9 : Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude de l'éolienne E6 en 2023	14
Figure 10 : Eolienne E2 - Schéma temporel de la vitesse du vent à 95 m sur l'ensemble du suivi en 2023	15
Figure 11 : Eolienne E6 - Schéma temporel de la vitesse du vent à 95 m sur l'ensemble du suivi en 2023	15
Figure 12 : Eolienne E2 - Schéma temporel de la température à 95 m sur l'ensemble du suivi en 2023	16
Figure 13 : Eolienne E6 - Schéma temporel de la température à 95 m sur l'ensemble du suivi en 2023	16
Figure 14 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E2 du parc de Chassepain en 2023	23
Figure 15 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E6 du parc de Chassepain en 2023	23
Figure 16 : Eolienne E02 - Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, durant les différents mois de mai à octobre 2023.	24
Figure 17 : Eolienne E06 - Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, durant les différents mois de mai à octobre 2023.	24
Figure 18 : Eolienne E02 - Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les pipistrelles, durant les différents mois de mai à octobre 2023.	25
Figure 19 : Eolienne E06 - Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les pipistrelles, durant les différents mois de mai à octobre 2023.	25
Figure 20 : Eolienne E02 - Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les noctules et sérotines, durant les différents mois de mai à octobre 2023.	26
Figure 21 : Eolienne E06 - Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les noctules et sérotines, durant les différents mois de mai à octobre 2023.	26
Figure 22 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E2 du parc de Chassepain en 2023	27
Figure 23 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E6 du parc de Chassepain en 2023.	28
Figure 24 : Eolienne E02 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre 2023.	29
Figure 25 : Eolienne E02 - Répartition des contacts de la Noctule de Leisler par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre 2023.	29
Figure 26 : Eolienne E06 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre 2023.	29
Figure 27 : Eolienne E06 - Répartition des contacts de la Noctule de Leisler par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre 2023.	30
Figure 28 : Eolienne E02 - Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s).	31
Figure 29 : Eolienne E06 - Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s).	31
Figure 30 : Eolienne E02 - Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne en 2023.	32
Figure 31 : Eolienne E06 - Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne en 2022.	32
Figure 32 : Eolienne E02 - Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C).	34
Figure 33 : Eolienne E06 - Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C).	34
Figure 34 : Eolienne E02 - Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne en 2023.	35
Figure 35 : Eolienne E06 - Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne en 2023.	36
Figure 36 : Eolienne E2 - Météo enregistrée sur les capteurs (conditions disponibles, à gauche) et conditions météo utilisées par les chauves-souris (conditions utilisées, à droite) en 2023	37

Figure 37 : Eolienne E2 - Bilan des conditions météo sélectionnées par les chauves-souris en 2023	37
Figure 38 : Eolienne E6 - Météo enregistrée sur les capteurs (conditions disponibles, à gauche) et conditions météo utilisées par les chauves-souris (conditions utilisées, à droite) en 2023.	37
Figure 39 : Eolienne E6 - Bilan des conditions météo sélectionnées par les chauves-souris en 2023	38
Figure 40 : Eolienne E02 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre avril et octobre en 2019.	40
Figure 41 : Eolienne E06 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre avril et octobre en 2019.	41
Figure 42 : Eolienne E02 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2021.	41
Figure 43 : Eolienne E06 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2021.	41
Figure 44 : Eolienne E02 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2022.	42
Figure 45 : Eolienne E06 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2022.	42
Figure 46 : Eolienne E02 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2023.	42
Figure 47 : Eolienne E06 - Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre en 2023.	43



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

