



# Parc éolien des Vingt Sétiers 1 (CEVIN I), commune de Gommerville (28)

CGN Europe Energy  
juillet 2023

**Suivi de l'activité des  
chiroptères en altitude**

<b>Citation recommandée</b>	Biotope, 2022, Parc éolien des Vingt Sétiers 1 (CEVIN I), commune de Gommerville (28), Suivi de l'activité des chiroptères en altitude. CGN Europe Energy. 36 p.	
Version/Indice	V1	
Date	juillet 2023	
Nom de fichier	CevinI_CNGEE_SuiviAltitude2022_Biotope_V1	
Référence dossier	2022244	
Maître d'ouvrage	CGN Europe Energy	
Interlocuteurs	Paul-Henri DURAND	Contact : <a href="mailto:paul-henri.durand@cgnee.com">paul-henri.durand@cgnee.com</a> Tél : 06 61 83 92 23
Biotope, Rédaction de l'étude	Julien TRANCHARD	Contact : <a href="mailto:jtranchard@biotope.fr">jtranchard@biotope.fr</a> Tél : 06 35 46 29 01
Biotope Contrôleur qualité	Franck LETERME	Contact : <a href="mailto:fleterme@biotope.fr">fleterme@biotope.fr</a> Tél : 06 35 46 29 06

## Avant-propos

Le parc éolien des Vingt Sétiers 1 (CEVIN I) (Eure-et-Loir) a été mis en service le 15/06/2011.

La société CGN Europe Energy a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien en 2022 (premier suivi mortalité réalisé depuis la mise en service du parc), pour la réalisation d'une étude des chiroptères en nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018) ainsi que pour le suivi des oiseaux conformément à votre demande.

A noter qu'aucun suivi n'a été mené sur ce parc depuis sa mise en service. L'étude d'impact date elle de 2005.

Pour la présente étude, une éolienne (Cevin 1.3) a été équipée d'un enregistreur automatique pendant la période d'activité des chauves-souris en 2022.

- Les enregistrements en altitude ont eu lieu du 18 mai au 31 octobre 2022 (semaine 20 à 44).

La méthode proposée est basée sur des enregistrements automatiques en continu et en altitude grâce à un micro positionné sous la nacelle relié à un détecteur automatisé. Dans le cadre de cette étude un enregistreur du fabricant Wildlife Acoustics a été utilisé : Sm4Bat.

Ce type de matériel stocke les signaux ultrasonores détectés sur carte SD. Ce type d'enregistreur permet d'obtenir les signaux en temps réel, sans altération du son, ce qui permet de procéder ultérieurement à une analyse fine des séquences obtenues à l'aide d'un logiciel automatique d'analyse des sons (Sonochiro © 4.0).

---

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle afin de mieux évaluer le risque d'impact par collision ou barotraumatisme sur ce groupe ainsi que de mettre en relation cette activité avec les résultats du suivi de mortalité mené conjointement.

---

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Contexte de l'étude et aspects méthodologiques</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Contexte - Présentation du parc éolien et données historiques</b>	<b>8</b>
1.1	Présentation du parc	8
1.2	Collecte des données	9
1.3	Identification acoustique	11
1.4	Méthode et qualification de l'activité chiroptérologique en hauteur	11
1.5	Limites méthodologiques	12
1.6	Acquisition des données météorologiques	13
1.7	Équipe de travail	14
<b>2</b>	<b>Synthèse et analyse des résultats</b>	<b>15</b>
<b>1</b>	<b>Analyse détaillée de l'activité des chiroptères contactés en altitude</b>	<b>16</b>
1.1	Bibliographie	16
1.2	Espèces contactées	16
1.3	Abondance relative des chiroptères	17
1.4	Évolution de l'activité des chiroptères durant la période de suivi	18
1.5	Analyse de l'activité des chiroptères en fonction de l'heure	21
<b>2</b>	<b>Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques</b>	<b>23</b>
2.1	Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 78 m	23
2.2	Activité en fonction de la température mesurée à 78 m	26
2.3	Combinaison des facteurs température et vitesse de vent	28
<b>3</b>	<b>Synthèse de l'écoute de l'activité des chiroptères</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>33</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Paramètres d'enregistrement des enregistreurs en 2022	10
Tableau 2 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois en 2022	10
Tableau 3 : Équipe de travail	14
Tableau 4 : Statuts de protection et de conservation des espèces et groupe d'espèce de chiroptères recensées en altitude sur le parc éolien des Vingt Sétiers 1 en 2022	17

Tableau 5 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur l'éolienne Cevin 1.3 en 2022	17
Tableau 6 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction des vitesses de vent en altitude sur l'éolienne Cevin 1.3 suivie en 2022	25
Tableau 7 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction de la température en altitude sur l'éolienne Cevin 1.3 suivie en 2022	27

## Liste des illustrations

Figure 1 : type de boîtier positionné au sein de l'éolienne Cevin 1.3 en 2022	8
Figure 2 : Positionnement du microphone SMbat au sein de l'éolienne	8
Figure 3 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien des Vingt Sétiers 1 (CEVIN I)	9
Figure 4 : Interface du logiciel SonoChiro ®	11
Figure 5 : Synthèse des niveaux d'activité observés sur des mâts de mesure entre 2011 et 2016 en France et Belgique. (HAQUART, A. 2017 – Reference scale of activity levels for microphones installed on winds masts in France and Belgium)	12
Figure 6 : Courbe d'accumulation des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude au niveau de l'éolienne Cevin 1.3 du parc éolien des Vingt Sétiers 1 en 2022	13
Figure 7. Schéma temporel de la vitesse du vent à 78 m au niveau de l'éolienne Cevin 1.3 en 2022	13
Figure 8. Schéma temporelle de la température à 78 m au niveau de l'éolienne Cevin 1.3 en 2022	14
Figure 9 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne Cevin 1.3 des Vingt Sétiers 1 en 2022	18
Figure 10 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne Cevin 1.3 des Vingt Sétiers 1 en 2022	19
Figure 11 : Eolienne Cevin 1.3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines	20
Figure 12 : Eolienne Cevin 1.3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles	21
Figure 13 : Cevin 1.3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur l'ensemble de la période mai-juillet	22
Figure 14 : Cevin 1.3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur la période août-septembre	22
Figure 15 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne Cevin 1.3 du parc des Vingt Sétiers 1 en 2022	23

Figure 16 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) sur l'éolienne Cevin 1.3 en 2022	24
Figure 17 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s) sur l'éolienne de Cevin 1.3 en 2022	24
Figure 18 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur l'éolienne Cevin 1.3	25
Figure 19 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de température (°C) sur l'éolienne Cevin 1.3 en 2022	26
Figure 20 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction des températures (°C) sur l'éolienne Cevin 1.3 en 2022	27
Figure 21 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur l'éolienne Cevin 1.3	28
Figure 22 : Eolienne Cevin 1.3 - Météorologie enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris à droite en 2022 (l'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions)	29
Figure 23 : Eolienne Cevin 1.3 - Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site en 2022 (2 variables : température et vitesse du vent) : les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris	29



1

## Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

# 1 Contexte - Présentation du parc éolien et données historiques

### 1.1 Présentation du parc

Le parc éolien des Vingt Sétiers 1 (CEVIN I) se situe dans le département de l'Eure-et-Loir (28), en région Centre-Val de Loire. Il est localisé à environ 59 km au nord d'Orléans et à 44 km à l'est de Chartres.

Le parc, mis en service en 2011, comprend 4 éoliennes modèle ENERCON E82-E2 2,3 MW de puissance unitaire. Ces éoliennes ont une hauteur de moyeu de 78 m et disposent d'un rotor de 82 m de diamètre.

Le parc éolien des Vingt Sétiers 1 (CEVIN I) se situe au sein d'une plaine agricole présentant de vastes étendues de cultures céréalières, oléagineuses (colza) et protéagineuses (pois, féverolle, lupin), avec également de la betterave sucrière, et de la pomme de terre.

---

En 2022, le dispositif d'acquisition des données chiroptérologiques a été installé sur l'éolienne Cevin 1.3 du parc éolien des Vingt Sétiers 1.

---

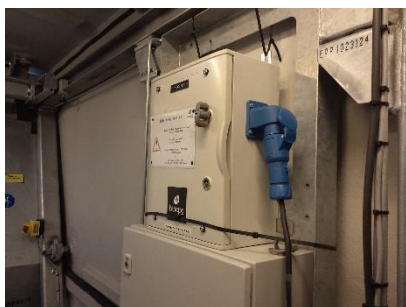


Figure 1 : type de boîtier positionné au sein de l'éolienne Cevin 1.3 en 2022

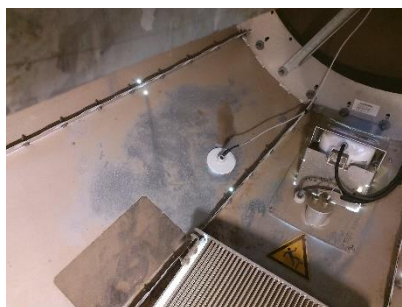


Figure 2 : Positionnement du microphone SMbat au sein de l'éolienne



## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Figure 3 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien des Vingt Sétiers 1 (CEVIN I)

### 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.

Dans le cadre de cette étude, le système utilisé est un enregistreur d'ultrasons SM4bat (*Wildlife Acoustics*).

---

**En 2022, le microphone a été installé sur l'éolienne Cevin 1.3, en nacelle, à 78 m de hauteur.**

---

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 1.2.1 Paramétrage des enregistreurs

Les paramètres d'enregistrement du SM4Bat sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Paramètres d'enregistrement des enregistreurs en 2022

Eolienne Cevin 1.3 SM4Bat	
Fréquence d'échantillonnage	256 KHz
Fréquence minimale	14 KHz
Fréquence maximale	120 KHz
Durée minimale de déclenchement	1 ms
Niveau du trigger	12 dB
Trigger maximal	5 sec.
Déclenchement avant le coucher du soleil	60 min.
Arrêt après le lever du soleil	60 min.

### 1.2.2 Efforts d'échantillonnage

Les dispositifs d'écoute ont été installés le 18 mai 2022. Lors de l'installation et tout au long de la saison aucun dysfonctionnement n'a été observé.

---

**Les données analysées en détail concernent la période du 18 mai au 31 octobre 2022.  
Sur cette période 197 nuits d'écoutes complètes et continues ont été analysées.**

---

Ces données permettent de réaliser tous les traitements acoustiques.

Tableau 2 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois en 2022

Mois	Nombre de nuits exploitables sur les microphones
	Cevin 1.3
Mai	14
Juin	30
Juillet	31
Aout	31
Septembre	30
Octobre	31
<b>TOTAL</b>	<b>197</b>

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 1.3 Identification acoustique

Les sons enregistrés sont horodatés et identifiés grâce au programme SonoChiro® développé par Biotope en partenariat avec le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN). Cet outil permet un traitement automatique et rapide d'importants volumes d'enregistrements. SonoChiro® utilise un algorithme permettant un tri et une identification automatique des contacts réalisés sur la base des critères suivants : 1 contact = 5 secondes de séquence d'une espèce.

Les identifications sont ensuite contrôlées visuellement sous le logiciel Batsound Pro (Pettersson). Ce logiciel permet l'affichage des sonagrammes (= représentation graphique des ultra-sons émis par les chiroptères) qui sont attribués à l'espèce ou au groupe d'espèces selon la méthode d'identification acoustique de Michel BARATAUD (2020) et du MNHN dans le cadre du Programme de suivi temporel des chauves-souris communes. Les contacts sont ensuite dénombrés de façon spécifique sur des nuits entières, ce qui permet d'avoir des données quantitatives beaucoup plus importantes qu'avec des détecteurs d'ultrasons classiques, et d'établir des phénologies d'activité (évolution du nombre de contacts par heure au cours d'une nuit).



Figure 4 : Interface du logiciel SonoChiro®

### 1.4 Méthode et qualification de l'activité chiroptérologique en hauteur

Le référentiel Actichiro® a été développé par Biotope, sur la base de l'ensemble des données acquises lors des inventaires réalisés par l'ensemble de nos experts. Il s'appuie sur plus de 6000 nuits d'écoute sur toute la France et la Belgique et permet d'objectiver les niveaux d'activité observés, allant de « faible » à « très fort ».

Ce référentiel est basé à 98% sur des points d'écoute réalisés au sol, il n'est donc pas adapté (pas assez exhaustif) pour apprécier objectivement l'activité en altitude.

Nous avons alors développé un référentiel similaire pour l'activité en altitude sur la base des données existantes que nous avons pu accumuler au cours de nos différentes prestations. Il s'agit du référentiel « Actichiro-altitude » (Haquart, 2017). Celui-ci est basé sur une vingtaine de sites équipés de microphones en altitude, localisés depuis la Wallonie jusqu'en Méditerranée. Ce référentiel a vocation à être mis à jour chaque année afin de s'étoffer.

Néanmoins, la variabilité des hauteurs de microphones entre les sites implique de niveler plus ou moins la **qualification du niveau d'activité** (faible moyenne ou forte) via une approche dite « d'experts ».

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

**Activity levels for four different species.** ClassH = Microphone Height Categories; N = Number of nights with species presence; OccN = percentage (Occurrence) of nights with species presence; MeanN = General mean; MeanP = mean if present (null values excluded); Q75 = quantile 75%; Q98 = quantile 98%. MoyN, MoyP, Q75 and Q98 unit are expressed as number of « positive minutes per night ».

Species	ClasH	n	Global results		Results If Presence		
			OccN	MeanN	MeanP	Q75	Q98
Eptesicus serotinus	60_90m	22	2,9%	0,046	1,59	2	4,58
	40_60m	189	15,0%	0,367	2,45	2	15,24
	20_40m	148	19,2%	0,584	3,05	3	16,3
	00_20m	495	25,2%	1,111	4,40	4	31,12
Nyctalus leisleri	60_90m	119	15,7%	0,313	1,99	2	7,64
	40_60m	225	17,8%	0,488	2,74	3	13,52
	20_40m	115	14,9%	0,279	1,88	2	5
	00_20m	268	13,7%	0,553	4,05	2	10
Pipistrellus nathusii	60_90m	90	11,9%	0,649	5,46	3	37,04
	40_60m	217	17,2%	0,472	2,75	3	14,36
	20_40m	145	18,8%	0,475	2,53	3	10,12
	00_20m	468	23,8%	1,223	5,13	4	49,64
Pipistrellus pipistrellus	60_90m	406	53,6%	4,326	8,07	7	63,7
	40_60m	666	52,7%	3,510	6,66	8	33,4
	20_40m	575	74,4%	9,188	12,35	16	59
	00_20m	1668	85,0%	24,734	29,11	35	178,64

Figure 5 : Synthèse des niveaux d'activité observés sur des mâts de mesure entre 2011 et 2016 en France et Belgique. (HAQUART, A. 2017 – Reference scale of activity levels for microphones installed on winds masts in France and Belgium)

### 1.5 Limites méthodologiques

#### 1.5.1 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.

#### 1.5.2 Représentativité des inventaires

Du fait du nombre de nuit d'enregistrement, 197 nuits par éolienne en 2022, ces inventaires peuvent prétendre à l'exhaustivité. En effet, pour réunir un échantillonnage suffisant, on estime nécessaire une quinzaine de nuits d'enregistrements pour espérer contacter 90 % des espèces (sur une maille de 5x5km – Matutini, 2014). L'étude réalisée en altitude en 2022 atteint ce seuil et peut donc être considérée comme représentative.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Le graphique ci-dessous présente les courbes d'accumulation calculée sur l'éolienne suivie. Cette courbe représente le cumul des nouvelles espèces contactées avec l'effort d'échantillonnage. La construction de la courbe doit prendre en compte la saisonnalité. Ici, l'échantillonnage est réparti uniformément entre les mois. Les multiples tirages permettent d'estimer un intervalle de confiance (95% sur le graphique). Les multiples arrangements permettent de lisser l'allure de la courbe en amoindrissant l'effet « ordre des échantillons ».

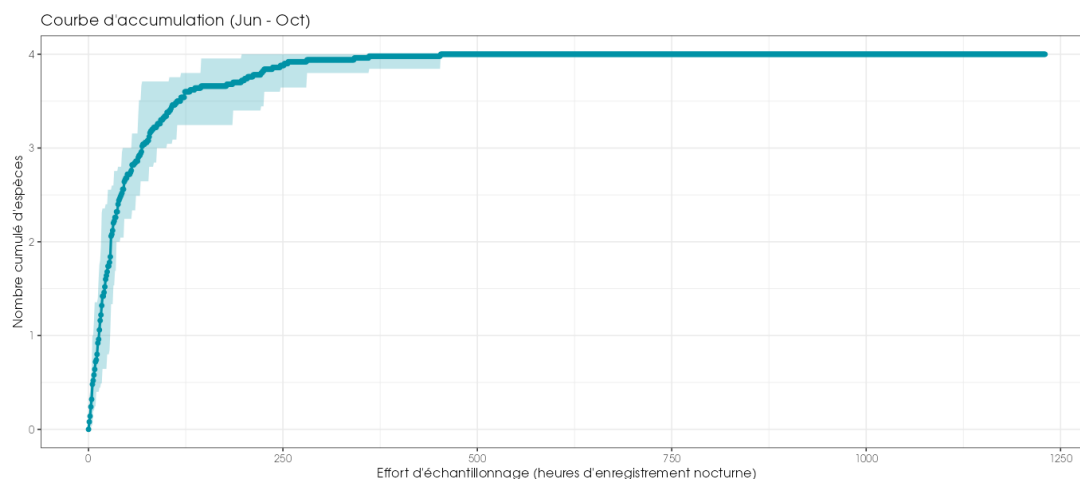


Figure 6 : Courbe d'accumulation des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude au niveau de l'éolienne Cevin 1.3 du parc éolien des Vingt Sétiers 1 en 2022

### 1.6 Acquisition des données météorologiques

Les données météorologiques ont été transmises par CGN Europe Energy. Elles ont été acquises par les capteurs disposés sur l'éolienne Cevin 1.3 du parc éolien des Vingt Sétiers 1 (vitesse de vent et température sont mesurées à hauteur de nacelle, 78 m de haut). Les données sont enregistrées toutes les 10 minutes.

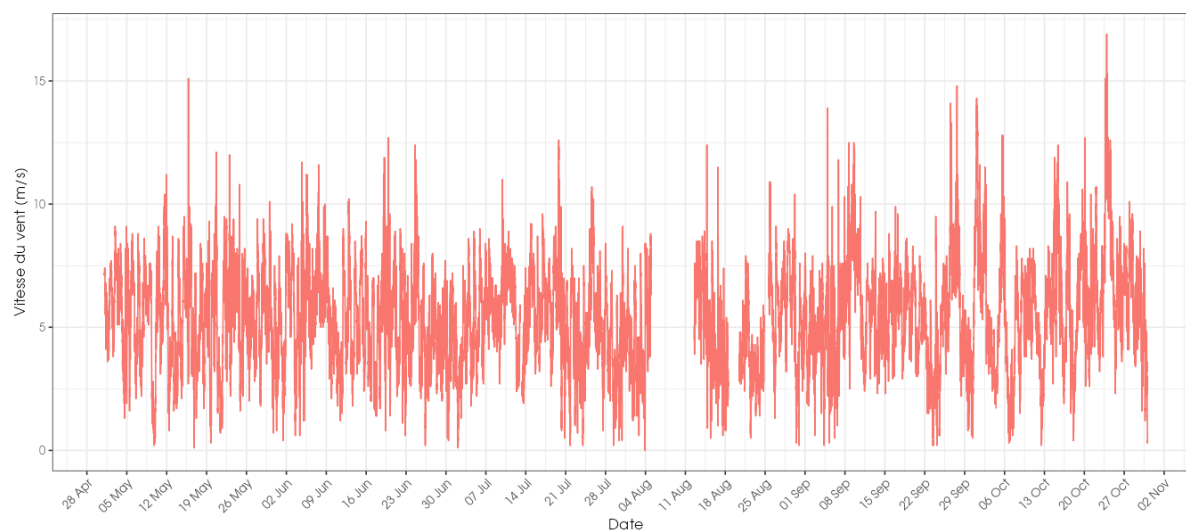


Figure 7. Schéma temporel de la vitesse du vent à 78 m au niveau de l'éolienne Cevin 1.3 en 2022

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

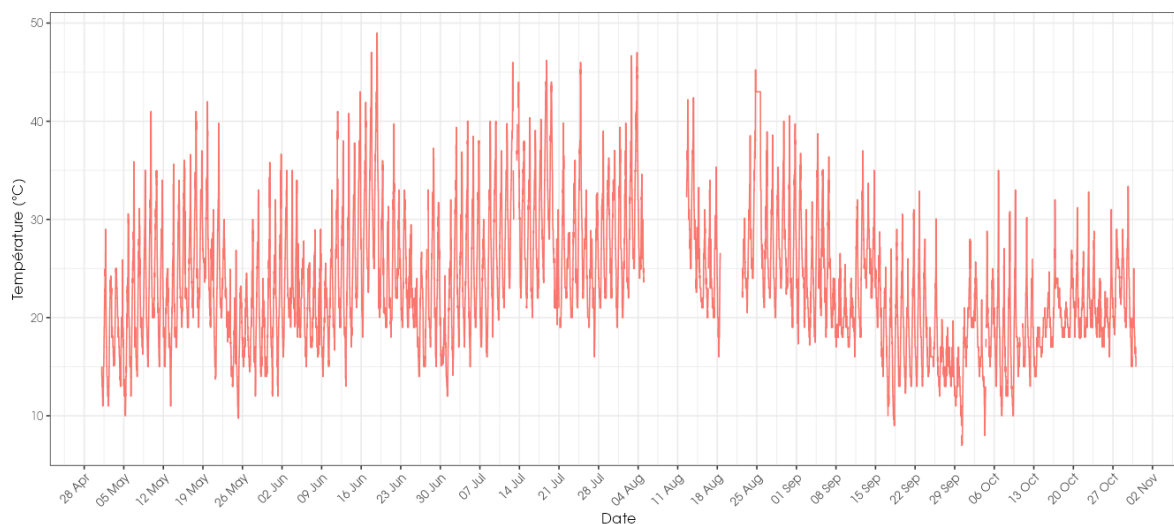


Figure 8. Schéma temporelle de la température à 78 m au niveau de l'éolienne Cevin 1.3 en 2022

On peut noter l'absence de données météorologiques sur de petites plages de temps. Les observations de chauves-souris sans données météorologiques n'ont donc pas été prises en compte dans le cadre de l'analyse croisée. Ces coupures restent faibles et de courtes durées. Elles ne remettront pas en causes les possibilités d'analyses et de croisements avec l'activité des chauves-souris.

Pour le croisement des données, une jointure est 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 78 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 3).

Tableau 3 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Agents de Biotope
<b>Contrôle qualité</b>	Franck LETERME
<b>Chef de projet</b> Responsable du projet	Julien TRANCHARD
<b>Chargé d'étude</b> Identification des chauves-souris / Analyse et rédaction	Julien TRANCHARD



2

## Synthèse et analyse des résultats

## 2 Synthèse et analyse des résultats

# 1 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères contactés en altitude

En 2022, durant la période de suivi (197 nuits exploitables entre le 18 mai et le 31 octobre 2022) il a été obtenu au niveau de l'éolienne Cevin 1.3 : 416 contacts de « 5 secondes » ou 270 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelé « minutes positives ».

### 1.1 Bibliographie

Aucune écoute en altitude ou au sol n'a été réalisée lors de l'étude d'impact. Au regard de la bibliographie et des milieux présents sur l'aire d'étude, Eure-et-Loir Nature a déduit la présence possible de la Pipistrelle commune et de la Sérotine commune.

On notera enfin que dans l'étude d'impact, il n'est fait aucune mention d'enjeu ou de sensibilité des espèces de chauves-souris sur ce projet de parc éolien. Il est notamment mentionné que « il faut toutefois être conscient, qu'aux vues des connaissances actuelles sur les interactions entre éoliennes et chauves-souris, il est impossible de se prononcer sur l'impact ou de le quantifier ». Des impacts possibles par collision et par perte de territoire de chasse sont évoqués.

### 1.2 Espèces contactées

La région Centre-Val de Loire accueille actuellement 25 espèces de chauves-souris sur les 36 espèces connues en France métropolitaine.

Au cours de cette étude menée en altitude en 2022, trois espèces ont été identifiées avec certitude ainsi que deux groupes d'espèces :

- Noctule de Leisler- *Nyctalus leisleri* ;
- Noctule commune - *Nyctalus noctula* ;
- Pipistrelle commune - *Pipistrellus pipistrellus* ;
- 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 2022, 3 espèces de chauves-souris ont été contactées en altitude au niveau de l'éolienne Cevin 1.3, ce qui représente 12 % des 25 espèces présentes en région Centre-Val de Loire.

**La richesse spécifique contactée lors de l'étude en altitude (3 espèces avérées) est jugée faible.** Néanmoins, il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude.

---

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 4 : Statuts de protection et de conservation des espèces et groupe d'espèce de chiroptères recensées en altitude sur le parc éolien des Vingt Sétiers 1 en 2022

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Statut de protection		Statut de conservation	
	Nationale	Communautaire	National	Régional
	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 des espèces menacés de la région Centre (NATURE CENTRE, CBNBP, 2014)
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	Art.2	Annexe IV	NT	NT
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	Art.2	Annexe IV	VU	NT
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Art.2	Annexe IV	NT	LC
Espèces appartenant aux groupes d'espèces contactés.				
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	Art.2	Annexe IV	NT	NT
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Art.2	Annexe IV	LC	LC
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	Art.2	Annexe IV	NT	LC

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

### 1.3 Abondance relative des chiroptères

Les tableaux ci-après présentent les nombres de contacts obtenus par espèce lors des expertises.

Tableau 5 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur l'éolienne Cevin 1.3 en 2022

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 (%)
Noctule commune	169	40,63%	99	36,67%
Noctule de Leisler	107	25,72%	69	25,56%
Groupe Sérotines / Noctules indéterminées	77	18,51%	56	20,74%
Pipistrelle commune	41	9,86%	28	10,37%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / Nathusius	22	5,29%	18	6,67%
<b>Total</b>	<b>416</b>	<b>100,00%</b>	<b>270</b>	<b>100,00%</b>

Pour l'année 2022, l'analyse montre que :

- La **Noctule commune** est l'espèce dominante en altitude en termes de nombre d'observation avec plus de **36 % des minutes positive**.
- La **Noctule de Leisler** est également particulièrement bien présente en altitude avec plus de **25 % des minutes positives** obtenues. Cette espèce fait partie des espèces typiques de haut vol et bien présentes en altitude.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Les deux noctules sont bien présentes. Si on prend également en compte le **groupe d'espèces Sérotine commune / Noctules indéterminées** l'activité des noctules en altitude représente 83 % des minutes positives enregistrées.

- La **Pipistrelle commune** et le **groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius** sont moins fréquents en altitude. La Pipistrelle commune représente 10 % des observations en minutes positives sur l'ensemble de la période et le groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius un peu moins de 7 %.

En 2022, ce sont 270 minutes positives de chauves-souris qui ont été comptabilisées durant 197 nuits au niveau de la nacelle de l'éolienne Cevin 1.3 du parc éolien des Vingt Sétiers 1. **On obtient une moyenne de 1,3 minutes positives par nuit en 2022.**

Au regard du retour d'expérience sur l'étude de l'activité des chiroptères en altitude sur plus d'une trentaine de projets en France et Belgique, pour toutes espèces confondues, **l'activité mesurée sur le site peut être considérée comme faible sur la période d'enregistrement.** En effet, le nombre médian de minutes positives par nuit obtenu sur les différents suivis en altitude réalisés par Biotope (au moment de la rédaction du rapport) est de 4,7 minutes positives par nuit.

### 1.4 Évolution de l'activité des chiroptères durant la période de suivi

#### 1.4.1 Activité journalière

Le graphique ci-dessous présente l'activité journalière moyenne par heure. Cette représentation graphique permet de mettre en évidence les pics d'activités très ponctuels.

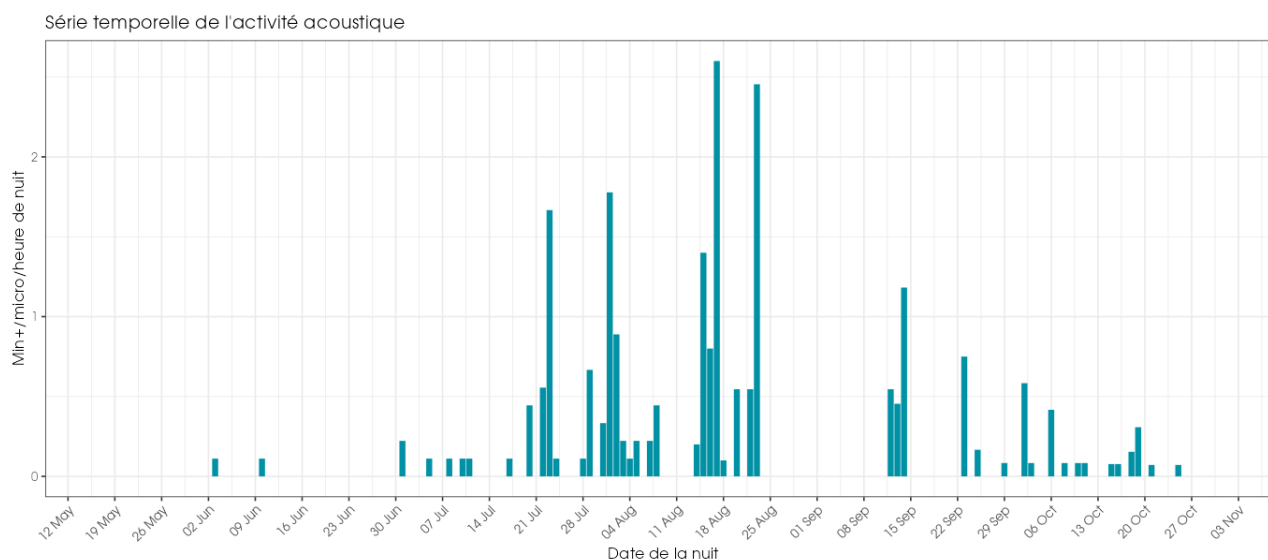


Figure 9 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne Cevin 1.3 des Vingt Sétiers 1 en 2022

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1.4.2 Activité mensuelle

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

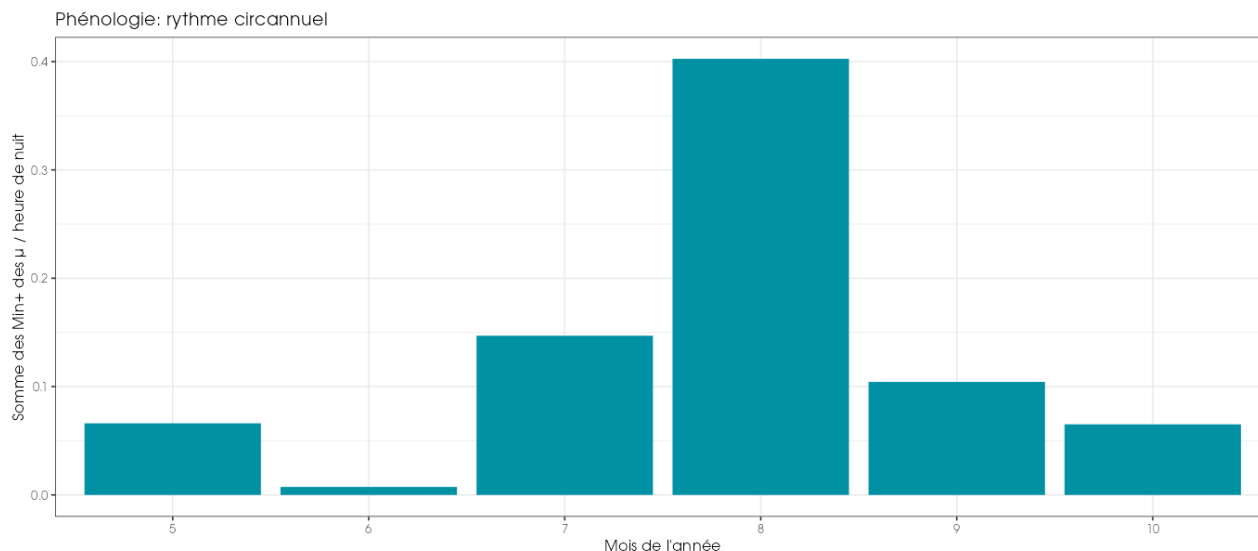


Figure 10 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne Cevin 1.3 des Vingt Sétiers 1 en 2022

L'activité la plus importante est observée au mois d'août. Elle augmente régulièrement et est à son maximum au mois d'août. Ceci correspond à un rythme d'activité classiquement observé en altitude avec un maximum d'activité en période migration ou dispersion en août. L'activité sur les autres mois n'est jamais nulle.

On observe donc une activité des chauves-souris en altitude sur l'ensemble des mois suivis avec un maximum d'activité en période de migration en août.

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

La **Noctule commune** est bien présente sur le site. Pour rappel, elle représente plus de 36 % des minutes positives enregistrées. La Noctule commune est présente sur la majorité des mois suivi à l'exception du mois de mai. Elle particulièrement présente sur le site durant le mois d'août, période de migration de l'espèce.

La **Noctule de Leisler** est un peu moins fréquente que la Noctule commune, mais représente tout de même plus de 25 % des minutes positives. Comme pour la Noctule commune, l'activité de la Noctule de Leisler semble être plus importante au mois d'août (période de migration de l'espèce). Elle est moins fréquente avant et après.

L'évolution du groupe des sérotines et noctules (correspondant aux sons non différenciables) montre des niveaux d'activité plus difficiles à interpréter. L'évolution des contacts enregistrés est cohérente avec les comportements des Noctule de Leisler et Noctule commune. On observe un pic en août traduisant les comportements de migration des deux noctules sur ce site.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

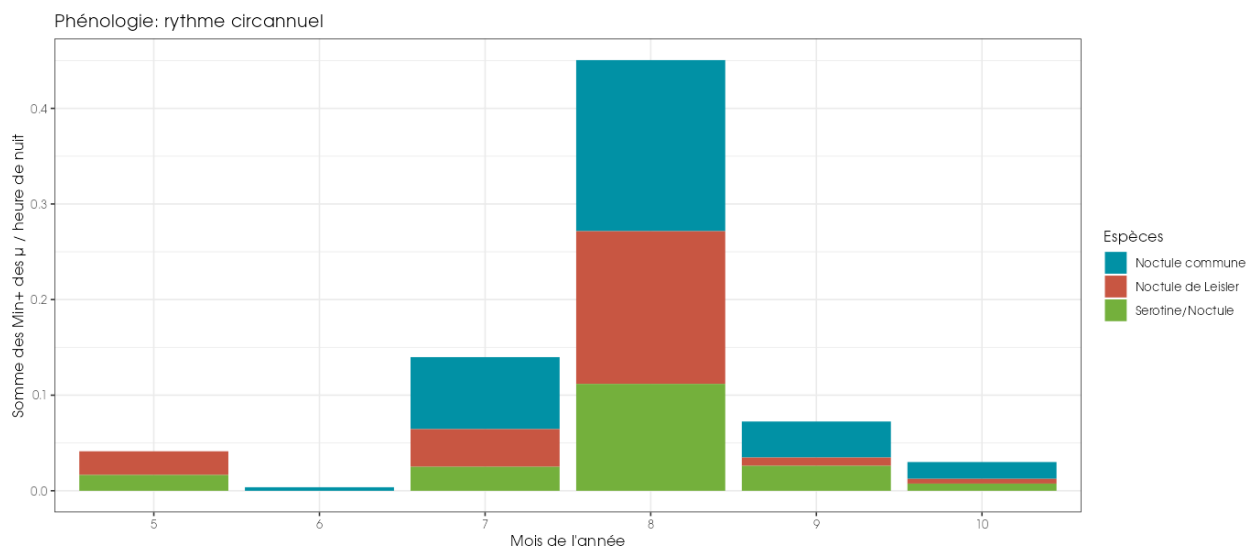


Figure 11 : Eolienne Cevin 1.3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines

Les espèces de haut vol sont présentes sur l'ensemble des mois entre mai et octobre.

En altitude, la distribution d'activité est classiquement plus marquée en fin de période estivale (migration automnale). Au niveau des plaines agricoles de la région Centre-Val de Loire, l'activité des noctules est souvent plus importante au mois d'août. Ce qui est également le cas sur le parc éolien des Vingt Sétiers 1.

### **Groupe Pipistrelle commune / Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius**

La **Pipistrelle commune** représente un environ 10 % des contacts en altitude sur le site en 2022. L'espèce a été observée sur la grande majorité de la période d'observation.

Le **groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius** représente environ 7 % des observations. Comme pour la Pipistrelle commune, les observations sont réparties sur l'ensemble des mois suivis, à l'exception du mois de juillet.

Les pipistrelles sont présentes sur le site tout au long de la période d'activité. Il semble y avoir une augmentation de l'activité au fur et à mesure des mois. On observe un maximum d'activité sur les mois d'août à octobre. Néanmoins, cela reste à relativiser, l'activité global restant faible sur l'ensemble des mois.



## 2 Synthèse et analyse des résultats

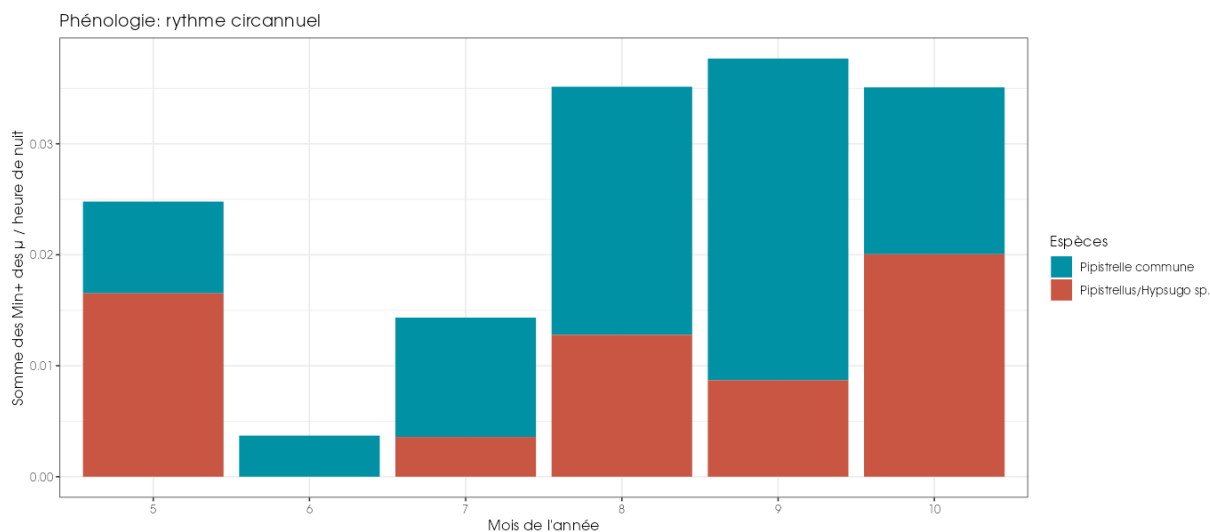


Figure 12 : Eolienne Cevin 1.3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles

### Synthèse de l'activité mensuelle

L'analyse de la phénologie en 2022 met en évidence une activité plus importante en altitude en période de migration automnale et transit des noctules. L'activité est plus importante au mois d'août.

Pour les pipistrelles l'activité reste globalement constante durant les mois de mai et d'août à octobre. Elle est un peu moins importante sur les mois de juin et juillet.

### 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).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

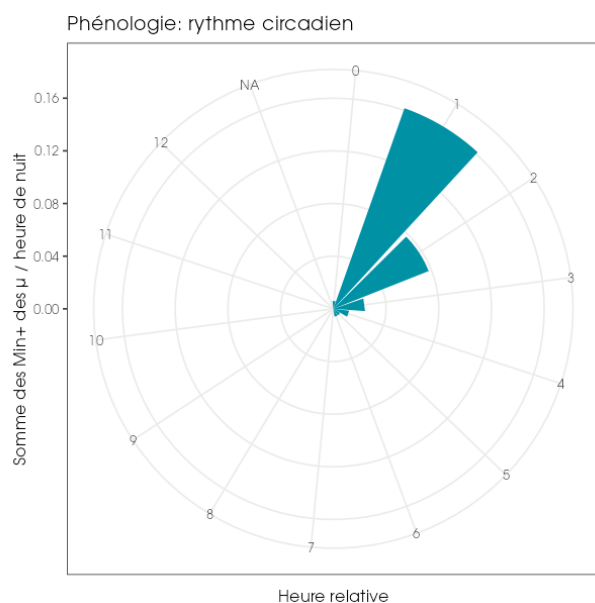


Figure 13 : Cevin 1.3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur l'ensemble de la période mai-juillet

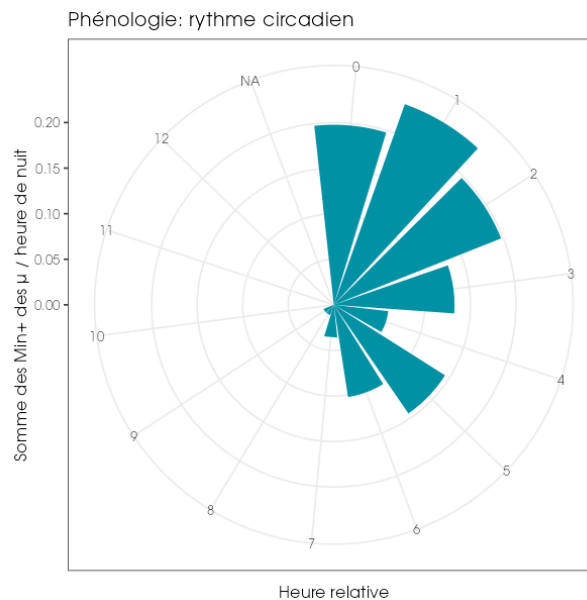


Figure 14 : Cevin 1.3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur la période août-septembre

*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.*

L'analyse sur la totalité de la période d'enregistrement montre que l'activité des chauves-souris est généralement plus importante durant les deux premières heures de la nuit et diminue ensuite. Ceci est particulièrement visible sur la période entre la mi-mai et fin juillet. En période de migration (août à septembre), on observe une activité plus constante sur l'ensemble de la nuit. L'activité reste plus marquée en début de nuit, néanmoins, l'activité ne disparaît pas totalement sur l'ensemble de la nuit et reste notable en milieu et fin de nuit.

Le regain d'activité des chauves-souris durant la nuit à partir du mois d'août est également bien visible sur les actogrammes suivants.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

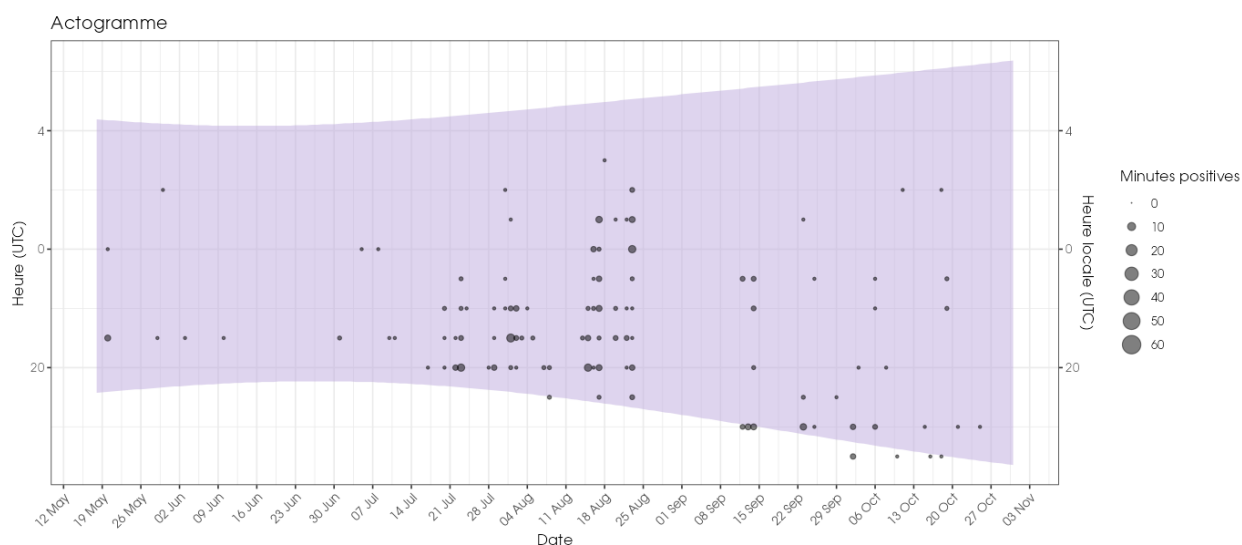


Figure 15 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne Cevin 1.3 du parc des Vingt Sétiers 1 en 2022

Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit ; la zone grise correspond à la période de non-fonctionnement du dispositif d'écoute en altitude.

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, des pics d'activités en milieu de nuit, toutes espèces confondues, sont constatés – essentiellement concentrés en période intense de migration durant le mois d'août.

## 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). Il est à noter que les capteurs météo n'ont pas pu faire remonter des données pour l'ensemble des observations de chauves-souris réalisées sur l'éolienne Cevin 1.3. Pour l'analyse des paramètres météorologiques, le nombre total de minutes positives pour lesquelles les données météorologiques sont disponibles est de 257 au lieu de 270.

### 2.1 Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 78 m

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 (78 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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

des valeurs inférieures ou égales à chaque classe de vitesse de vent (fonction de répartition – cdf).

Au cours du suivi, les instruments de mesure installés sur la nacelle de l'éolienne Cevin 1.3 ont collectés la nuit toutes les 10 minutes des données correspondant à des plages moyennes de vent allant de 0 à plus de 15 m/s. La moyenne et la médiane des vents observée sont de 5,3 m/s.

L'échantillonnage est significatif pour les vitesses de vent comprises entre 1 et 6 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).

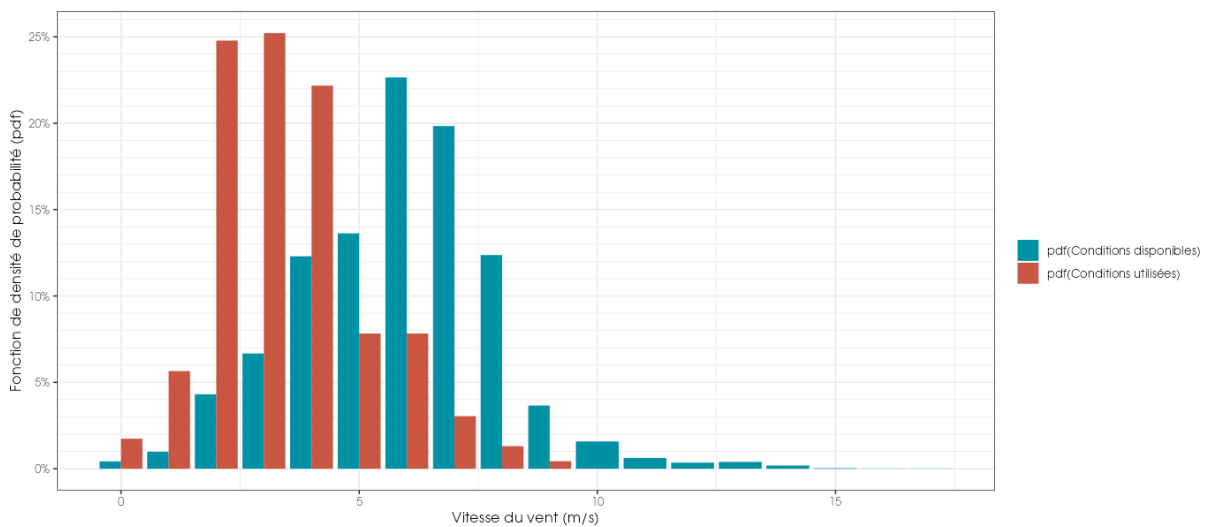


Figure 16 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) sur l'éolienne Cevin 1.3 en 2022

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

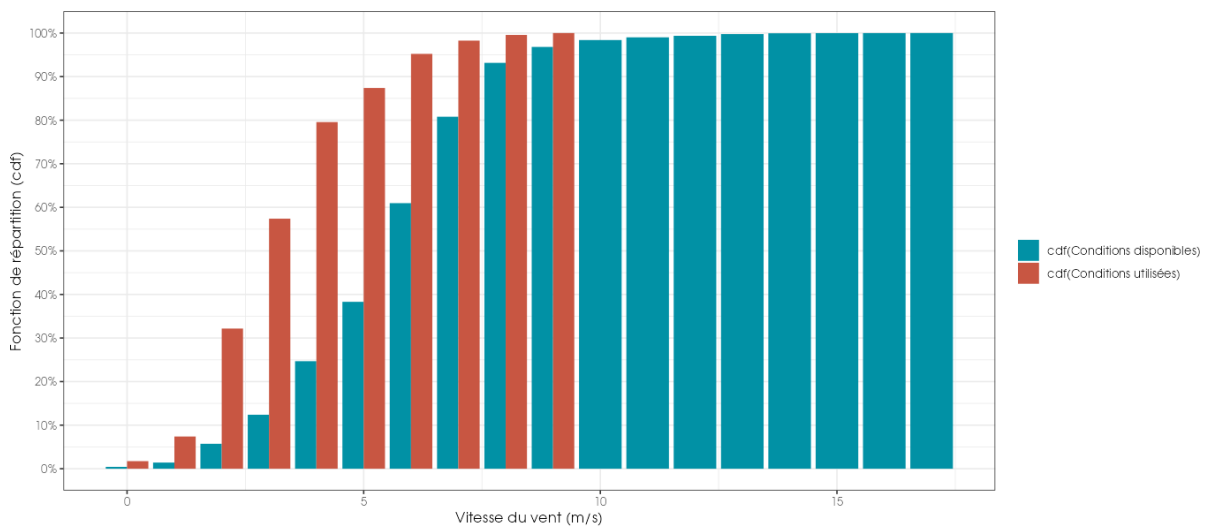


Figure 17 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s) sur l'éolienne de Cevin 1.3 en 2022

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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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

### 2.1.1 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 des nacelles en 2022.

Tableau 6 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction des vitesses de vent en altitude sur l'éolienne Cevin 1.3 suivie en 2022

Vitesse de vent (en m/s à 78 m) en-dessous de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts ciblés						
	50 %	75 %	85 %	90 %	95 %	99 %
<b>Limite de vent au niveau de Cevin 1.3</b>	2,7 m/s	3,9 m/s	4,5 m/s	5,4 m/s	6,1 m/s	7,5 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. L'affinité correspond au ratio entre « densité des conditions utilisées » et « densité 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).

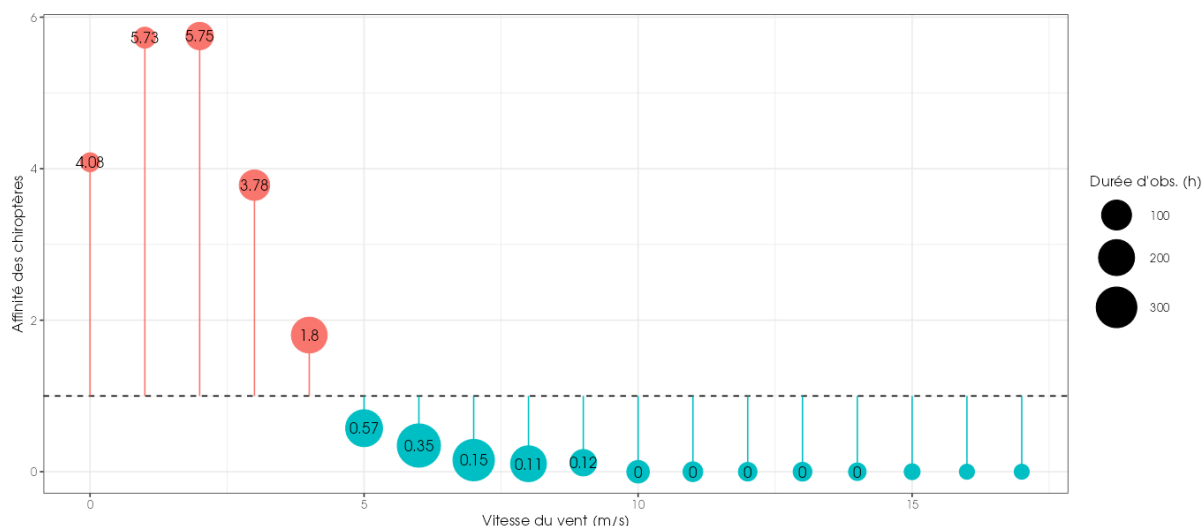


Figure 18 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur l'éolienne Cevin 1.3

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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

En 2022, l'analyse des seuils de vent utilisé par les chauves-souris permet de ressortir les principales informations suivantes :

- 90 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures à 5,4 ms ;
- 75 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures 3,9 m/s ;
- 50 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures 2,7 m/s.

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

## 2.2 Activité en fonction de la température mesurée à 78 m

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction de la température sur le site, obtenue au niveau de la nacelle (78 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 de température allant de 7 à 42°C, la médiane des températures observées est à 22°C.

L'échantillonnage est globalement significatif pour les températures supérieures à 19°C et inférieures à 30°C. 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).

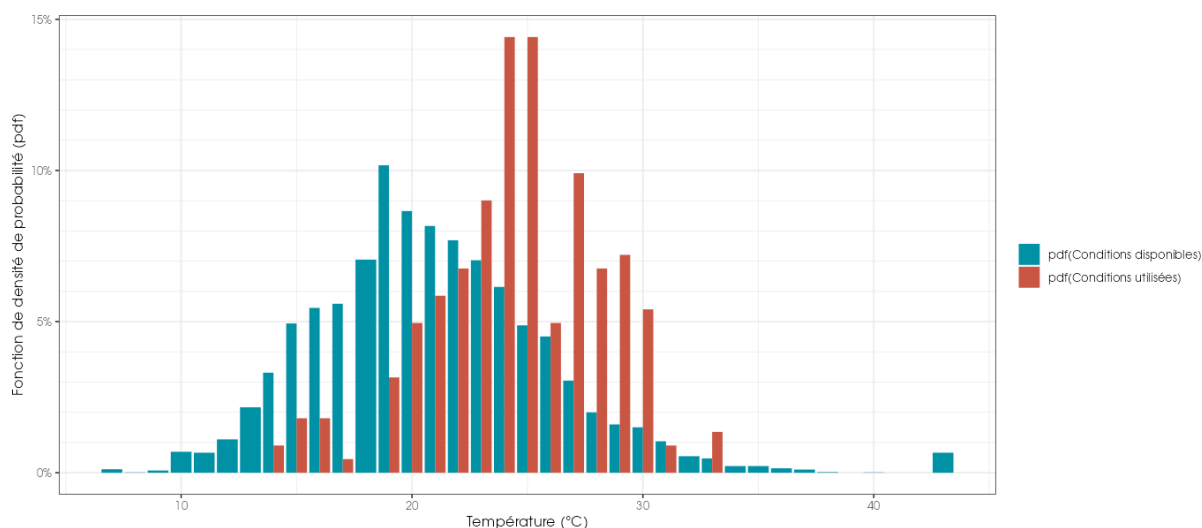


Figure 19 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de température (°C) sur l'éolienne Cevin 1.3 en 2022

pdf (conditions disponibles) – fonction de densité des températures enregistrées

pdf (conditions utilisées) – fonction de densité des températures utilisées par les chauves-souris



## 2 Synthèse et analyse des résultats

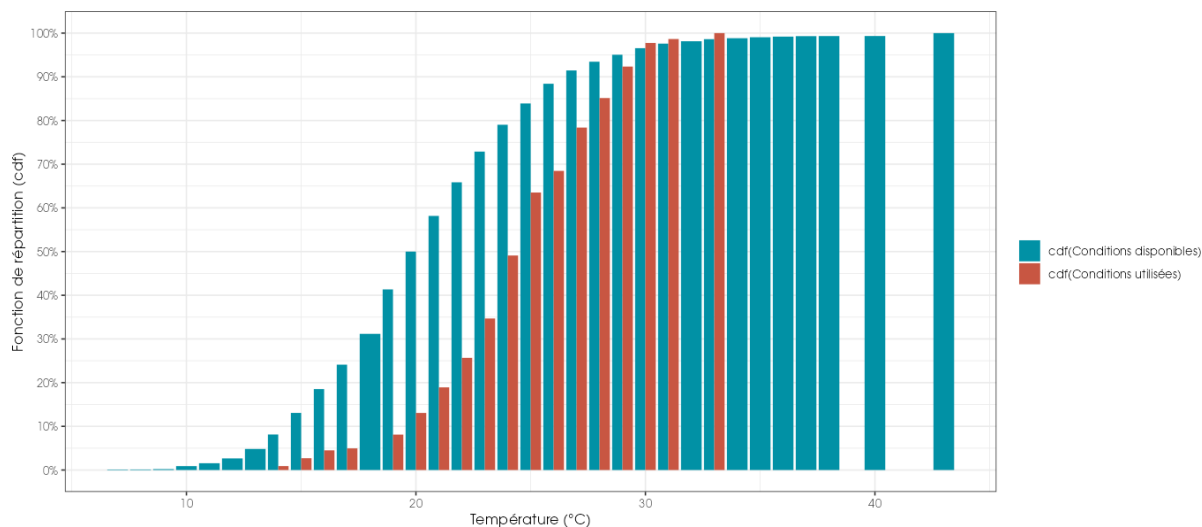


Figure 20 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction des températures (°C) sur l'éolienne Cevin 1.3 en 2022

**cdf (conditions disponibles)** – fonction de répartition des températures enregistrées

**cdf (conditions utilisées)** – fonction de répartition des températures utilisées par les chauves-souris

**Les chauves-souris utilisent les plages disponibles au-delà de 14°C. Sous cette température et malgré l'importance de la disponibilité en plages temporelles, l'activité est nulle. L'activité en altitude des chauves-souris sur le site est optimale entre 20 et 30°C.**

### 2.2.1 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 7 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction de la température en altitude sur l'éolienne Cevin 1.3 suivie en 2022

	Température (en °C à 78 m) au-dessus de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts ciblés					
	50 %	75 %	85 %	90 %	95 %	99 %
<b>Limite de température au niveau de Cevin 1.3</b>	25 °C	22,3 °C	21 °C	20 °C	19 °C	14,8 °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. L'affinité correspond au ratio entre « densité des conditions utilisées » et « densité 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 montrent une nette préférence des chauves-souris pour des températures nocturnes comprises entre 23 à 33°C.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

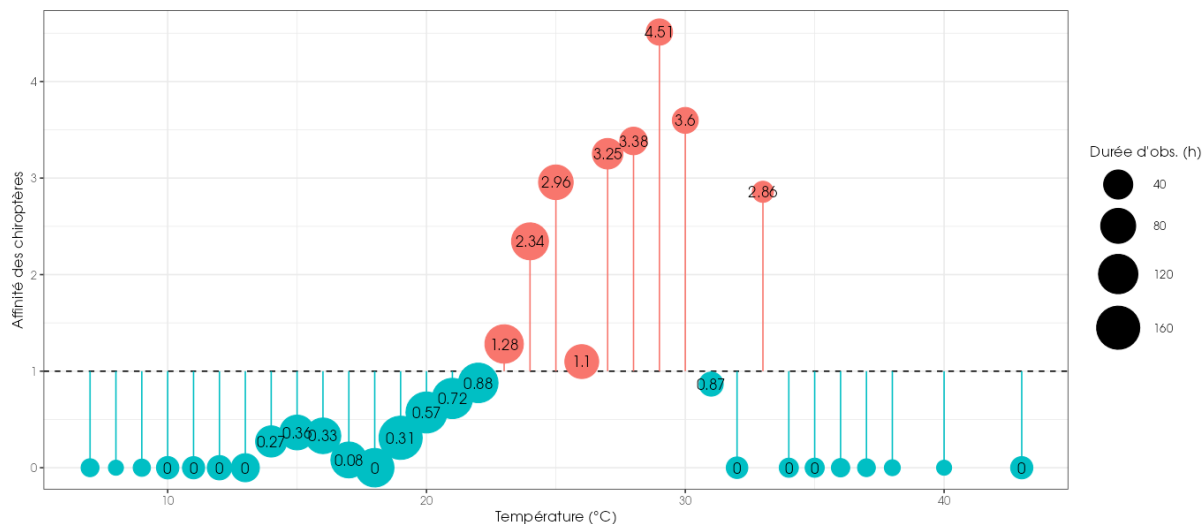


Figure 21 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur l'éolienne Cevin 1.3

### 2.2.2 Bilan de l'activité en altitude en fonction de la température

Sur le parc éolien des Vingt Sétiers 1, durant les écoutes réalisées en 2022, l'activité en altitude recensée pour chaque espèce en fonction de la température (mesurée à 78 m), permet de ressortir les principales informations suivantes :

- 90 % de l'activité a été enregistrée entre des températures supérieures à 20°C ;
- 75 % de l'activité a été enregistrée entre des températures supérieures à 22,3°C ;
- 50 % de l'activité a été enregistrée entre des températures supérieures à 25 C.

L'analyse des résultats montrent une préférence des chauves-souris pour des températures supérieures à 24°C, si on prend en compte uniquement l'affinité.

## 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.

Les graphiques suivants représentent l'affinité bidimensionnelle, à la fois pour la température et la vitesse de vent.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

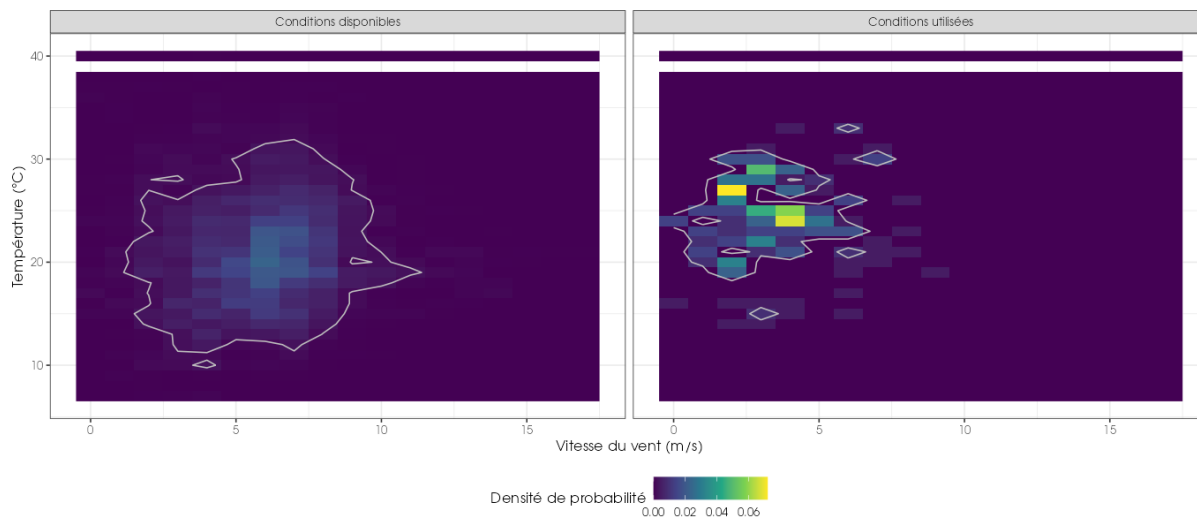


Figure 22 : Eolienne Cevin 1.3 - Météorologie enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris à droite en 2022 (l'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions)

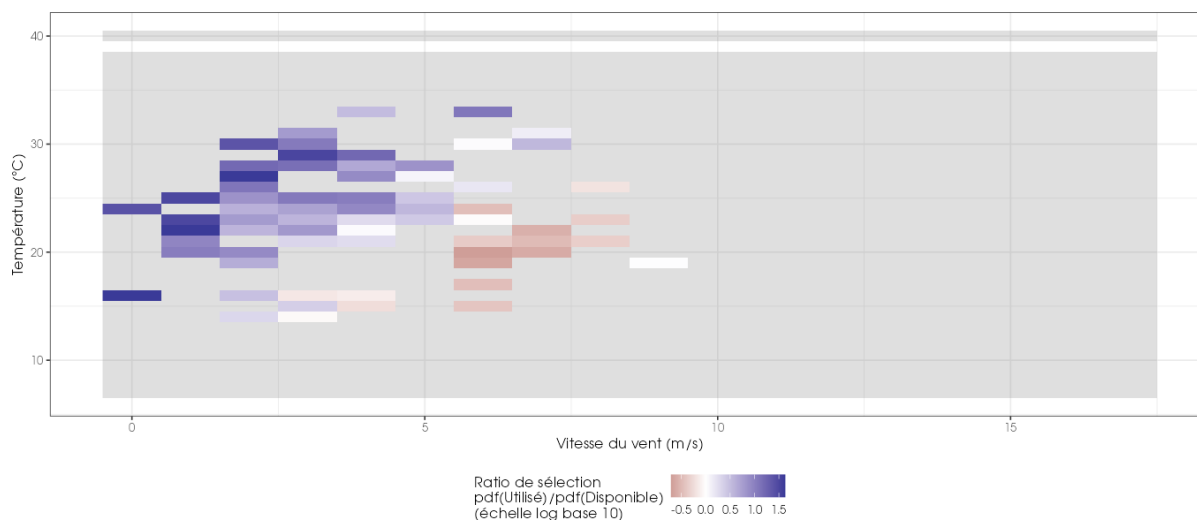


Figure 23 : Eolienne Cevin 1.3 - Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site en 2022 (2 variables : température et vitesse du vent) : les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris

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.

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le parc éolien des Vingt Sétiers 1 et de l'activité des chiroptères associée, il ressort que l'utilisation du site (en bleu) a lieu dans des gammes de vitesse de vent comprises entre 0 et 7 m/s et de températures comprises entre 14 à 34°C. Le front de séparation entre les ratios de sélection préférentiel (bleu) et les combinaisons des paramètres de vents et températures moins favorables (rouge) est globalement oblique. Cela montre que les deux variables influencent l'activité des chauves-souris en altitude.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Il convient de noter que pour des conditions températures chaudes (supérieure à 25°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 Synthèse de l'écoute de l'activité des chiroptères

Cette étude a permis de définir l'activité des chauves-souris en altitude et d'évaluer plus précisément les conditions favorables à leur activité. En 2022, un dispositif d'enregistrement automatique (SM4Bat) équipé d'un micro a été placé à 78 m au sein de la nacelle de l'éolienne Cevin 1.3 du parc éolien des Vingt Sétiers 1 (28). Aucun dysfonctionnement du dispositif installé au niveau des nacelles n'a été observé. Il a permis d'enregistrer l'activité des chauves-souris entre 18 mai et le 31 octobre 2022 soit durant 197 nuits, pour chacune des éoliennes.

Les enregistrements ont permis l'identification de 3 espèces avec certitude. Ce qui représente 12 % des 25 espèces répertoriées en région Centre-Val de Loire. Il s'agit d'une diversité faible. Néanmoins, **il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées dans ce type d'étude.**

Sur la période d'enregistrement de l'activité des chauves-souris, l'activité en altitude observée durant cette période peut être considérée comme faible au regard d'autres sites suivis dans le quart nord-ouest de la France suivant le même protocole.

Le suivi en altitude montre que :

- La **Noctule commune** est l'espèce dominante en altitude en termes de nombre d'observation avec plus de **36 % des minutes positives**.
- La **Noctule de Leisler** est également particulièrement bien présente en altitude avec plus de **25 % des minutes positives** obtenues. Cette espèce fait partie des espèces typiques de haut vol et bien présentes en altitude.
- La **Pipistrelle commune** et le **groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius** sont moins fréquents en altitude. Elle représente respectivement 10 % et un peu moins de 7 % des observations en minutes positives sur l'ensemble de la période.

---

La phénologie observée montre une activité des chauves-souris sur l'ensemble des mois suivis (mai à octobre). Néanmoins, **on observe une activité plus importante en période de migration sur le mois d'août correspondant à la phase de migration des noctules.** Les pipistrelles sont également bien présentes en altitude, mais semble plus fréquentes durant les mois de mai et d'août à octobre.

---

**L'activité en altitude est généralement concentrée en début de nuit avec ponctuellement des gains en milieu de nuit en période intense de migration notamment au mois d'août.**

---

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 5,4 m/s ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des températures supérieures à 20 C.

Dans le cadre du suivi réalisé en 2022, on notera que le nombre de cadavre de chauves-souris retrouvé aux pieds des éoliennes du parc éolien des Vingt Sétiers 1 (CEVIN I) reste faible (2 individus). Par ailleurs, les estimations de mortalité pour ce groupe d'espèces se situent à *minima* dans la gamme des données que l'on peut retrouver dans la bibliographie (environ 10 chauves-souris/éolienne/an). On notera par ailleurs qu'aucune espèce de chauves-souris considérée comme menacée en France ou en région Centre-Val de Loire n'a été retrouvée en 2022. **Dans cette situation, nous pouvons conclure que l'impact du parc est non significatif pour les chiroptères.**

Dans ce contexte, les résultats des différents suivis ne mettent pas en avant la nécessité de proposer des mesures de réduction d'impact spécifique aux chauves-souris.

4

## Bibliographie



## 4 Bibliographie

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.

ARNETT E. B., SCHIRMACHER M., HUSO M. & HAYES J., 2009. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. – Bats and Wind Energy Cooperative, 44 p.

ARTHUR, L. & LEMAIRE, M., 2015. Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, 544 p.

BARATAUD, M., 2020. Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. 4ème édition. Biotope / Publications scientifiques du MNHN. 360 p.

BAERWALD E. & BARCLAY R., 2009. Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. – Journal of Mammalogy 90(6), p. 1341-1349.

BOULIGAND S., LECOQ A., DULAC P., MARCHADOUR B., MEME-LAFOND B., LE NEVE 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.

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>.

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.

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.

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.

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.

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.

MARCHADOUR B., BANASIAK M., BARBOTIN A., BESLOT E., CHENAVAL N., GROSBOIS X., MEME-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.

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 Bibliographie

MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, 2018. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre – Révision du protocole de 2015. 19p.

NATURE CENTRE, CBNBP, 2014. Livre rouge des habitats naturels et des espèces menacés de la région Centre. Nature Cendre ed., Orléans. 504 p.

ROEMER, C., 2018. Thèse : Bat movement ecology at the local scale and anthropogenic collision risks. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

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.

UICN France, MNHN, SFPEM & ONCFS, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

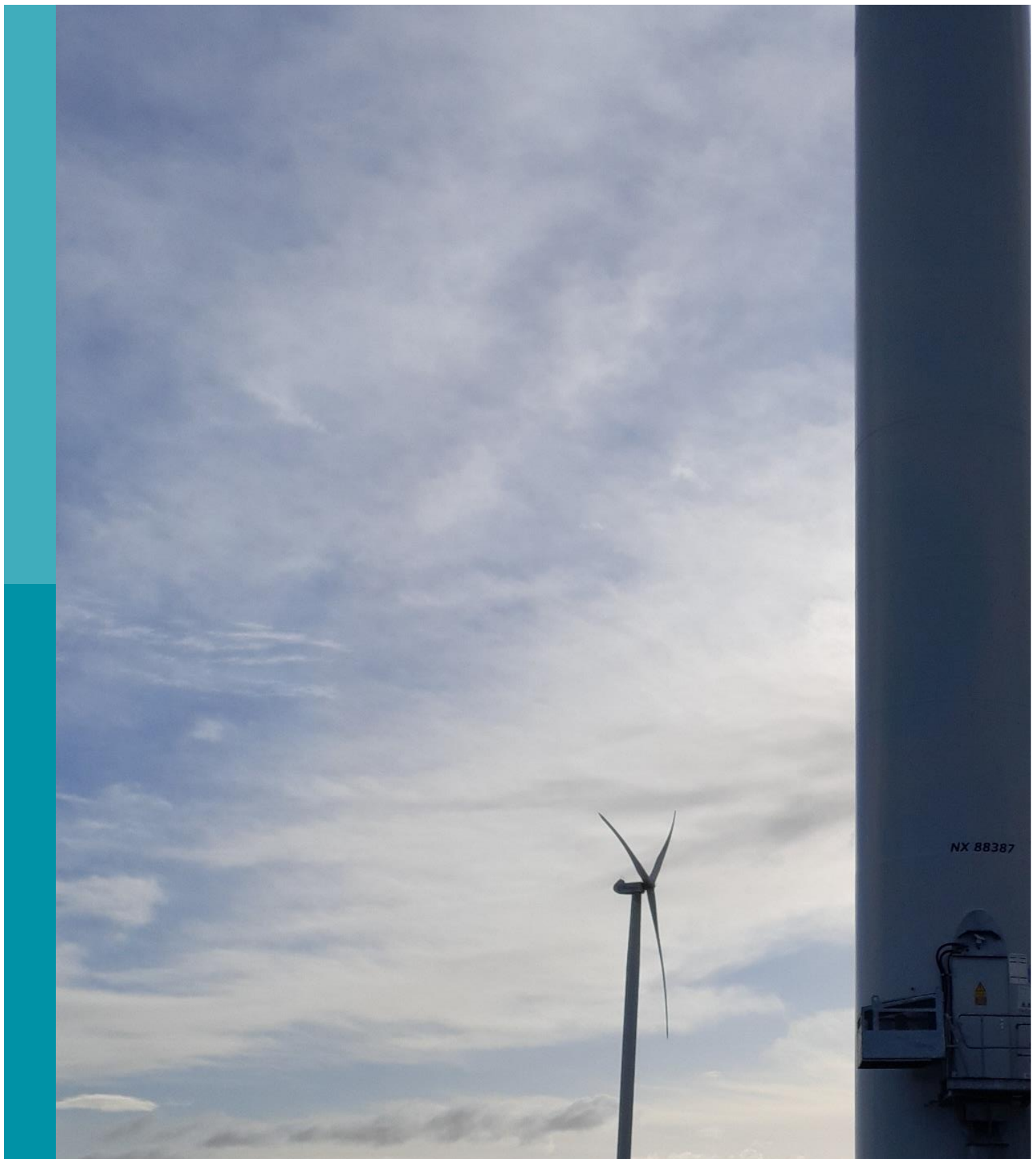
VENTURA, 2005. Etude d'impact environnementale et paysagère- Projet éolien des Gargouilles, communes de Angerville, Gommerville, Oysonville et Pussay. 212 p.

VENTURA, 2005. Projet éolien des Gargouilles- Etude d'impact environnementale et paysagère – Annexes. 298 p.

Site internet :

DURR, 2022 :

<https://fu.brandenburg.de/fu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkte/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>



**Siège social :**  
22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze  
Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - [www.biotope.fr](http://www.biotope.fr)