



Parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois, commune de Pierrefitte-ès-Bois (45)

TOTAL ENERGIES
RENOUVELABLES
novembre 2021

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



Citation recommandée	Biotope, 2021, Parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois, commune de Pierrefitte-ès-Bois (45), Suivi de l'activité des chiroptères en altitude. TOTAL ENERGIES RENOUELEBLES. 54 p.	
Version/Indice	V1	
Date	novembre 2021	
Nom de fichier	Pierrefitte_es_Bois_TOTAL_ENERGIES_SuiviAltitude_Biotope_2021	
Référence dossier	2020195-1	
Maître d'ouvrage	TOTAL ENERGIES RENOUELEBLES	
Interlocuteurs	Aurélié SALA	Contact : aurelie.sala@totalenergies.com Tél : 06 25 70 48 28
Biotope Rédaction de l'étude	Julien TRANCHARD Franck LETERME	Contact : jtranchard@biotope.fr fleterme@biotope.fr Tél : 06 35 46 29 06
Biotope Contrôleur qualité	Julien TRANCHARD	Contact : jtranchard@biotope.fr Tél : 06 35 46 29 01

Avant-propos

Le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois (Loiret) a été mis en service en juillet 2019.

La société TOTAL ENERGIES RENOUVELABLES a missionné Biotope en 2021 pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien et d'une étude de l'activité des chiroptères en altitude conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018) ainsi que d'une étude de la migration de l'avifaune.

A noter qu'un premier suivi de la mortalité et enregistrement de l'activité en altitude a eu lieu en 2020, réalisé par Biotope.

Comme en 2020, une éolienne (E1) a été équipée d'un enregistreur automatique pendant toute la période d'activité des chauves-souris. En 2021, les enregistrements en altitude ont eu lieu entre les semaines 20 et semaine 43.

La méthode proposée est basée sur des enregistrements automatiques en continu et en altitude grâce à un micro positionné en nacelle relié à un détecteur automatisé (SM4BAT, *Wildlife Acoustics*).

Ce type de matériel stocke les signaux ultrasonores détectés sur carte mémoire. Les SM4BAT enregistrent 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 cerner le risque d'impact par collision ou barotraumatisme sur ce groupe.

Sommaire

1	Contexte de l'étude et aspects méthodologiques	8
1	Contexte - Présentation du parc éolien et données historiques	9
1.1	Présentation du parc	9
1.2	Matériel de collecte de données	11
1.3	Identification acoustique	13
1.4	Méthode et qualification de l'activité chiroptérologique en hauteur	13
1.5	Limites méthodologiques	14
1.6	Acquisition des données météorologiques	15
1.7	Croisement des données	18
1.8	Équipe de travail	18
2	Synthèse et analyse des résultats	19
1	Analyses détaillées de l'activité des espèces de chiroptères contactées en hauteur	20
1.1	Espèces contactées	20
1.2	Abondance relative des chiroptères	21
1.3	Évolution de l'activité des chiroptères durant la période d'étude	26
1.4	Analyse de l'activité des chiroptères en fonction de l'heure	32
2	Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques	36
2.1	Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 95 m	36
2.2	Activité en fonction de la température mesurée à 95 m	41
3	Synthèse de l'écoute de l'activité des chiroptères	46
4	Bibliographie	51

Liste des tableaux

Tableau 1	: Paramètres d'enregistrement du SM4BAT en 2020 et 2021	11
Tableau 2	: Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois en 2020	12
Tableau 3	: Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois en 2021.	12
Tableau 4	: Équipe de travail	18
Tableau 5	: Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées dans l'aire d'étude au cours des expertises menées en altitude.	21

Tableau 6 : Nombre de contacts de 5 secondes et en minutes positives et pourcentage de ces contacts par rapport à l'activité totale, obtenue en 2020	21
Tableau 7 : Nombre de contacts de 5 secondes et en minutes positives et pourcentage de ces contacts par rapport à l'activité totale, obtenue en 2021	22
Tableau 8 : Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des vitesses de vent et des hauteurs de vol en 2020 et 2021.	39
Tableau 9 : Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des températures et des hauteurs de vol	44
Tableau 10 : Bridage mis en place à partir d'avril 2021 sur le parc de Pierrefitte-ès-Bois	50

Liste des illustrations

Figure 1 : Boîtier positionné au sein de l'éolienne 1 en 2020	9
Figure 2 : Éolienne 1	9
Figure 3 : Microphone positionné au sein de l'éolienne 1 en 2021	10
Figure 4 : Boîtier avec enregistreur SM4bat positionné dans l'éolienne en 2021	10
Figure 5 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois.	10
Figure 6 : Illustrations d'un SM4BAT	11
Figure 7 : Interface du logiciel SonoChiro ®	13
Figure 8 : 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)	14
Figure 9 : Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage sur l'étude en 2020.	15
Figure 10 : Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage sur l'étude en 2021.	15
Figure 11 : Schéma temporelle de la vitesse du vent à 95 m sur l'ensemble de la période étudiée en 2020	16
Figure 12 : Schéma temporelle de la vitesse du vent à 95 m sur l'ensemble de la période étudiée en 2021	16
Figure 13 : Schéma temporelle de la température à 98m sur l'ensemble de la période étudiée, en 2020.	17
Figure 14 : Schéma temporelle de la température à 98m sur l'ensemble de la période étudiée, en 2021.	17
Figure 15 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E1 (n = 1 979 contacts de 5 sec. et 1 150 min. pos.) entre avril et novembre 2020.	24

Figure 16 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E1 (n = 3 478 contacts de 5 sec. et 1 985 min. pos.) entre mi-mai et octobre 2021.	24
Figure 17 : Proportion de vol en altitude prédite pour différentes espèces à partir d'un modèle linéaire généralisé mixte (GLMM) avec l'espèce et la hauteur médiane des microphones en effet fixe (pour contrôler leur effet) et le site niché dans le groupe de sites comme effet aléatoire (ROEMER, 2018).	25
Figure 18 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, entre avril et novembre 2020.	26
Figure 19 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, entre mi-mai et octobre 2021.	26
Figure 20 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, entre avril et novembre 2020.	27
Figure 21 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, entre mi-mai et octobre 2021.	28
Figure 22 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les Pipistrelles, entre avril et novembre 2020.	29
Figure 23 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les Pipistrelles, entre mi-mai et octobre 2021.	30
Figure 24 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les espèces de noctules, entre avril et novembre 2020.	31
Figure 25 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les espèces de noctules, entre mi-mai et octobre 2021.	32
Figure 26 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues, en 2020.	33
Figure 27 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre avril et novembre 2020.	34
Figure 28 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues, en 2021.	35
Figure 29 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mi-mai et octobre 2021.	36
Figure 30 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s), en 2020	37
Figure 31 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s), en 2020	37
Figure 32 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s), en 2021	38
Figure 33 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s), en 2021	39
Figure 34 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site en 2020	40
Figure 35 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vent nocturne sur le site en 2021.	40

Figure 36 : Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C), en 2020.	41
Figure 37 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la température (°C), en 2020	42
Figure 38 : Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C), en 2021.	43
Figure 39 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la température (°C), en 2021	43
Figure 40 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site en 2020.	44
Figure 41 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site en 2021.	45
Figure 42 : Météo enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météo utilisées par les chauves-souris à droite (l'enveloppe délimite 90 % de la proportion de point demandée) en 2020.	48
Figure 43 : Bilan sur les conditions météo sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : température et vitesse du vent) en 2020	48
Figure 44 : Météo enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météo utilisées par les chauves-souris à droite (l'enveloppe délimite 90 % de la proportion de point demandée) en 2021	49
Figure 45 : Bilan sur les conditions météo sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : température et vitesse du vent) en 2021	49

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 de Pierrefitte-ès-Bois se situe dans le département du Loiret (45), en région Centre-Val de Loire. Il est localisé à environ 82 km au sud-est du centre-ville d'Orléans.

Le parc, mis en service en juillet 2019, comprend 2 éoliennes VESTAS V110/2200 de 2,2 MW de puissance unitaire et d'orientation ouest-est. Ces éoliennes ont une hauteur de moyeu de 95 m et disposent d'un rotor de 110 m de diamètre.

Le parc de Pierrefitte-ès-Bois se situe au sein d'une plaine agricole de polyculture-élevage. A noter la présence d'une prairie permanente au niveau de l'éolienne E01, d'une prairie pâturée par des bovins au niveau de l'éolienne E02, et d'une haie d'une hauteur d'environ 5 mètres présente aux abords des deux éoliennes suivies.

En 2020 et 2021, le dispositif d'acquisition des données chiroptérologiques est installé sur l'éolienne E1.



Figure 1 : Boîtier positionné au sein de l'éolienne 1 en 2020



Figure 2 : Éolienne 1

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Figure 3 : Microphone positionné au sein de l'éolienne 1 en 2021



Figure 4 : Boîtier avec enregistreur SM4bat positionné dans l'éolienne en 2021

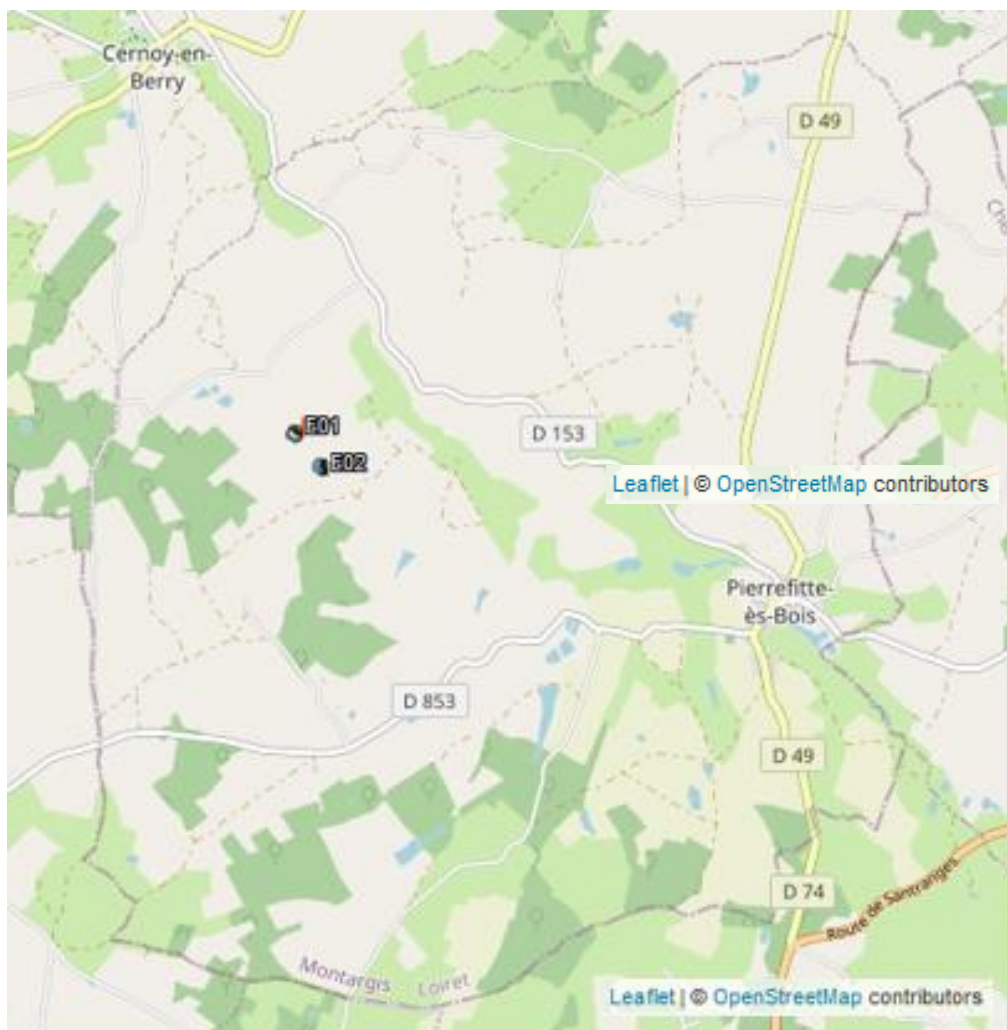


Figure 5 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.2 Matériel de collecte de 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 localiser leurs proies.

Le système utilisé est basé sur un enregistreur d'ultrasons SM4BAT (*Wildlife Acoustics* - enregistreur large bande 2 x 192 KHz effectifs) déclenchant les enregistrements grâce à un trigger de 12 dB au-delà de 14 KHz. L'ensemble est alimenté par batterie et équipé d'une protection contre les signaux parasites (ondes radio, TV...).

Un microphone a été installé à 95 m de hauteur

1.2.1 Paramétrage du SM4BAT

Les paramètres d'enregistrement du SM4BAT sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Paramètres d'enregistrement du SM4BAT en 2020 et 2021

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



Figure 6 : Illustrations d'un SM4BAT

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.2.2 Efforts d'échantillonnage

Effort d'échantillonnage en 2020

Les données analysées en détail concernent la période du 1^{er} avril au 30 novembre 2020, soit 244 nuits d'enregistrement exploitables.

Ces données permettent de réaliser tous les traitements acoustiques.

Tableau 2 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois en 2020

Mois	Nombre de nuits exploitables sur les microphones
Avril	30
Mai	31
Juin	30
Juillet	31
Aout	31
Septembre	30
Octobre	31
Novembre	30
TOTAL	244

Effort d'échantillonnage en 2021

Les données analysées en détail concernent la période du 14 mai au 31 octobre 2021, soit 171 nuits d'enregistrement exploitables.

Ces données permettent de réaliser tous les traitements acoustiques.

Tableau 3 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois en 2021.

Mois	Nombre de nuits exploitables sur les microphones
Mai	18
Juin	30
Juillet	31
Aout	31
Septembre	30
Octobre	31
TOTAL	171

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 de Paris. 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 (2015) et du Muséum National d'Histoire Naturelle 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 7 : 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 (HAQUART, 2013). Il s'appuie sur plus de 6 000 nuits d'écoute sur toute la France et la Belgique et permet d'objectiver les niveaux d'activité observés.

Ce référentiel est basé à 98 % sur des points d'écoute réalisés au sol, il n'est donc pas adapté 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 ». Celui-ci est basé sur une vingtaine de sites équipés de micros en altitude, localisés depuis la Wallonie jusqu'en Méditerranée. Ce référentiel a vocation à s'étoffer au fil des ans.

Néanmoins la variabilité des hauteurs de micros entre les sites implique de niveler plus ou moins la **qualification du niveau d'activité** via une approche dite « d'experts ».

Les activités seront qualifiées de « faibles, modérées ou élevées » plutôt que « faibles, moyennes ou fortes » pour ne pas faire un lien trop réducteur avec les niveaux d'enjeu.

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 8 : 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

Que ce soit en 2020 ou 2021, compte-tenu du nombre de nuits d'enregistrements (244 et 179), 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 5x5km – MATUTINI, 2014).

L'étude réalisée en altitude en 2020 puis en 2021 atteint ce seuil et peut donc être considérée comme représentative.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

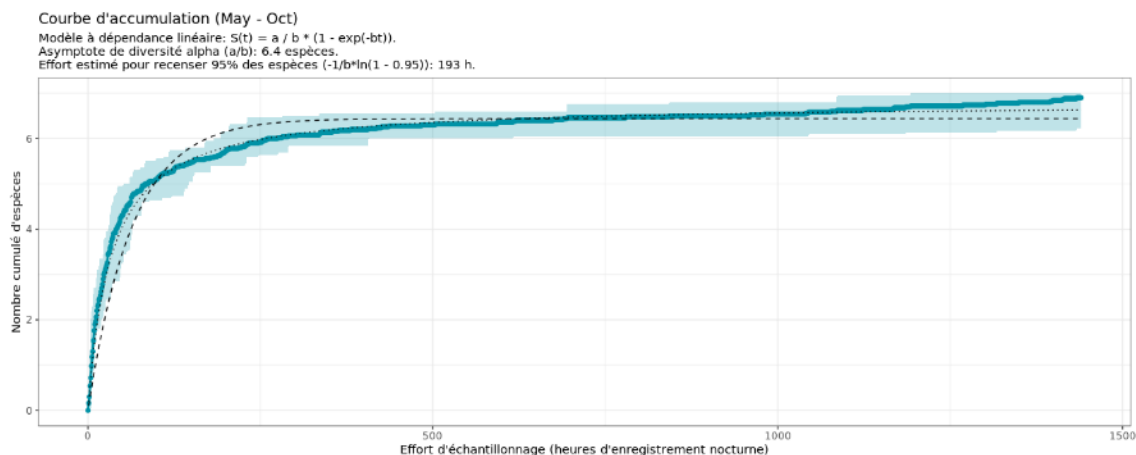


Figure 9 : Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage sur l'étude en 2020.

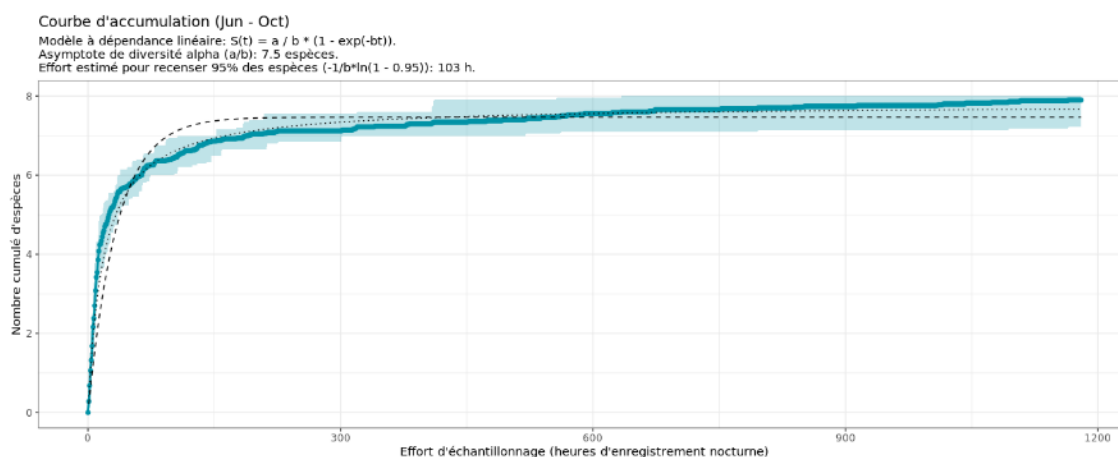


Figure 10 : Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage sur l'étude en 2021.

1.6 Acquisition des données météorologiques

Les données météorologiques ont été transmises par Total Energies Renouvelables. Elles ont été acquises lors par les capteurs disposés sur l'éolienne E1. Les données sont enregistrées toutes les 10 minutes.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- La vitesse du vent est mesurée à 95 m de haut ;

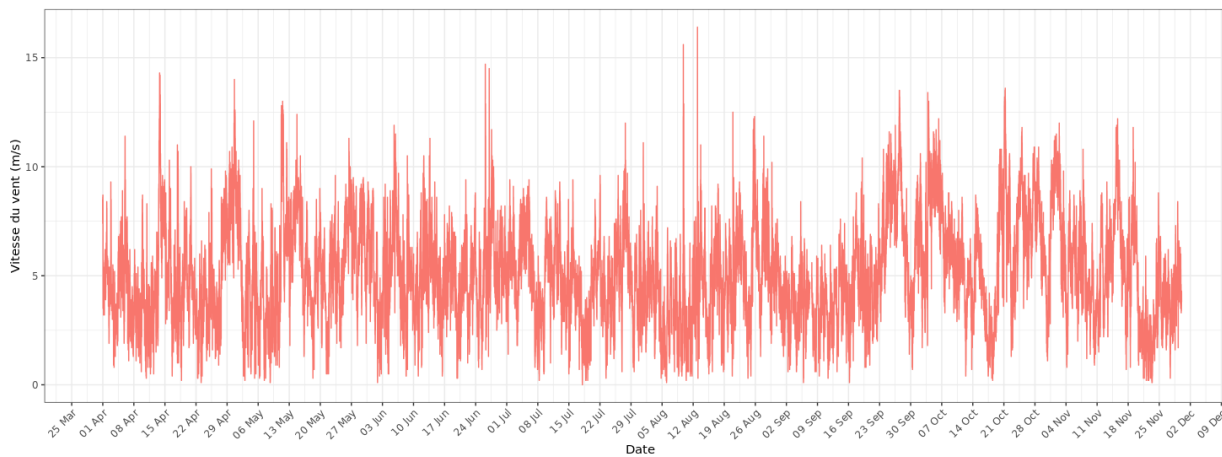


Figure 11 : Schéma temporelle de la vitesse du vent à 95 m sur l'ensemble de la période étudiée en 2020

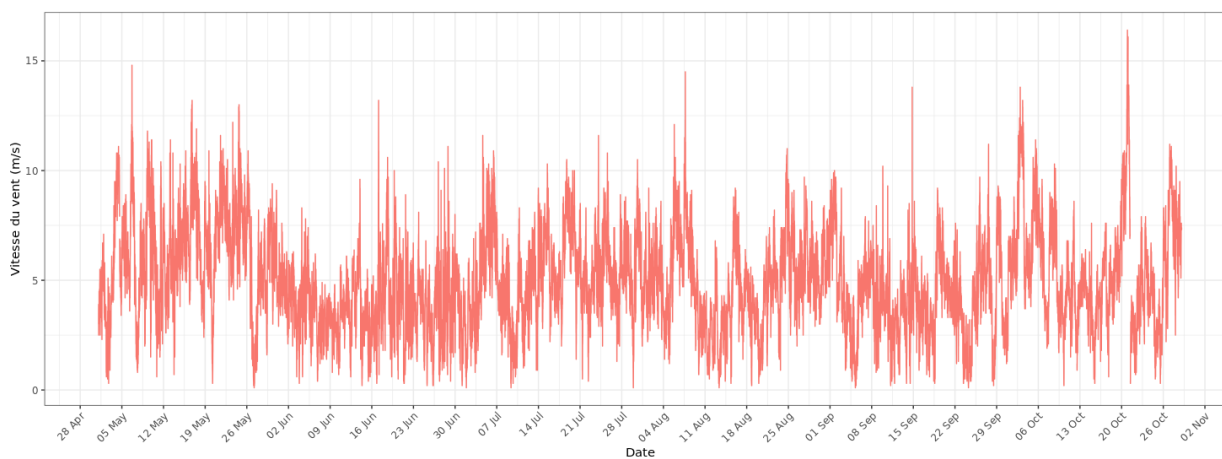


Figure 12 : Schéma temporelle de la vitesse du vent à 95 m sur l'ensemble de la période étudiée en 2021

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- La température est enregistrée à 95 m de haut ;

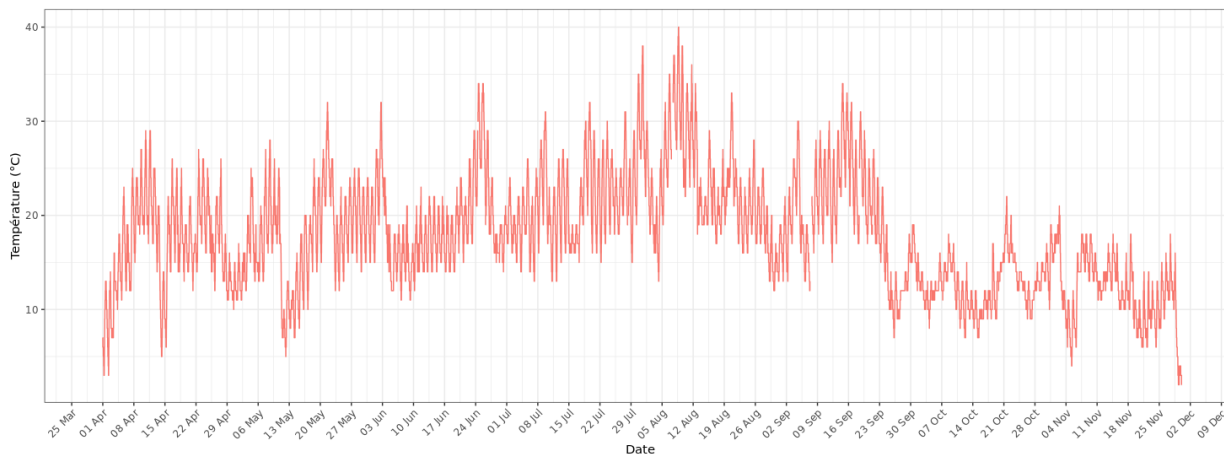


Figure 13 : Schéma temporelle de la température à 98m sur l'ensemble de la période étudiée, en 2020.

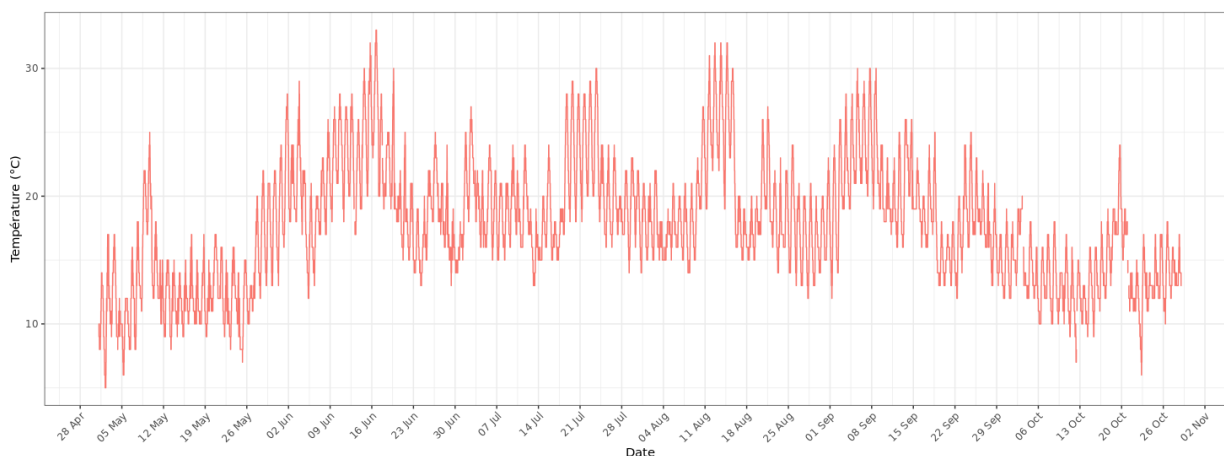


Figure 14 : Schéma temporelle de la température à 98m sur l'ensemble de la période étudiée, en 2021.

Croisement des données

Une jointure est ensuite réalisée entre la table contenant les données météorologiques et celle contenant l'activité chiroptérologique. Ainsi, pour chaque enregistrement chiroptérologique nous disposons de :

- La vitesse du vent à 95 m ;
- La température à 95 m ;
- Et l'heure relative du contact (temps écoulé après l'heure du coucher du soleil, celui-ci variant au cours des mois).

La période analysée correspond à la période durant laquelle un suivi de l'activité des chiroptères a été réalisé en altitude soit en 2020 un total de 244 nuits et en 2021 un total de 171 nuits. Les enregistrements conservés couvrent uniquement la période nocturne.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.7 Croisement des données

Une jointure est ensuite réalisée entre la table contenant les données météorologiques et celle contenant l'activité chiroptérologique. Ainsi, pour chaque enregistrement chiroptérologique nous disposons de :

- La vitesse du vent et la température à 95 m ;
- Et l'heure relative du contact (temps écoulé après l'heure du coucher du soleil, celui-ci variant au cours des mois).

Il est ainsi possible de déterminer l'effet des paramètres de bridage sur les arrêts machine et donc sur la diminution potentielle du risque de collision.

1.8 Équipe de travail

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette étude (Tableau 4).

Tableau 4 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Agents de Biotope
Contrôle qualité	Ludivine DOYEN
Chef de projet Responsable du projet et rédaction de l'étude	Franck LETERME
Chargé d'étude Identification des chauves-souris / Analyse et rédaction	Antonin DHELLEMME (2020) et Julien TRANCHARD (2021)

2

Synthèse et analyse des résultats

2 Synthèse et analyse des résultats

1 Analyses détaillées de l'activité des espèces de chiroptères contactées en hauteur

Au cours de la période d'enregistrement en 2020 (244 nuits exploitables entre le 01 avril 2020 au 30 novembre 2020), 1 979 contacts de 5 secondes ou 1 150 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris communément appelé « minutes positives », ont été obtenus.

Au cours de la période d'enregistrement en 2021 (171 nuits exploitables entre le 14 mai 2021 au 31 octobre 2021), 3 478 contacts de 5 secondes ou 1 985 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris communément appelé « minutes positives », ont été obtenus.

1.1 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 des études menées sur la nacelle de l'éolienne E1 en 2020 puis 2021, six espèces ont été identifiées :

- Noctule de Leisler- *Nyctalus leisleri* ;
- Noctule commune - *Nyctalus noctula* ;
- Grand Murin – *Myotis myotis* ;
- Pipistrelle de Kuhl – *Pipistrellus kuhlii* ;
- Pipistrelle de Nathusius - *Pipistrellus nathusii* ;
- Pipistrelle commune – *Pipistrellus pipistrellus*.

En plus de ces espèces, 3 groupes d'espèces ont également été mis en évidence. Ils correspondent à des espèces non différenciables par cette méthode d'inventaire :

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

Sur les deux années de suivi, au total, **6 espèces de chauves-souris** ont été contactées avec certitude au niveau de l'éolienne E1, ce qui représente 24 % des 25 espèces présentes en région Centre-Val-de-Loire.

La richesse spécifique en espèces contactées lors de l'étude en nacelle (6 espèces certifiées) est jugée moyenne.

La richesse spécifique au niveau du sol peut être plus importante. Elle a été évaluée au niveau du site dans l'étude d'impact et ne fait pas l'objet de ce rapport.

Cependant, pour rappel, ni la Pipistrelle de Kuhl, ni la Noctule de Leisler n'avaient été contactées lors de l'état initial (écoutes au sol ou en altitude) et n'avaient donc pas été évaluées dans l'étude d'impact.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 5 : Statuts de protection et de conservation des espèces de chiroptères recensées dans l'aire d'étude au cours des expertises menées en altitude.

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, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017)	Livre Rouge des habitats naturels et espèces protégées de la région Centre (NATURE CENTRE & 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
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	Art.2	AIV	NT	NT
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	Art.2	AIV	VU	NT
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	Art.2	AIV	LC	LC

AIV = annexe IV ; LC = préoccupation mineure ; NT = quasi menacée ; VU = vulnérable.

1.2 Abondance relative des chiroptères

Les tableaux ci-après présentent les nombres de contacts obtenus par espèce lors des expertises en fonction des années d'enregistrements

Tableau 6 : Nombre de contacts de 5 secondes et en minutes positives et pourcentage de ces contacts par rapport à l'activité totale, obtenue en 2020

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec. totaux	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	867	43,81 %	475	41,30 %
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	425	21,48 %	224	19,48 %
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	217	10,97 %	140	12,17 %
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	257	12,99 %	188	16,35 %
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius	139	7,02 %	91	7,91 %

2 Synthèse et analyse des résultats

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec. totaux	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
<i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i> .				
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	57	2,88 %	19	1,65 %
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	17	0,86 %	13	1,13 %
Total	1 979	100 %	1 150	100 %

Tableau 7 : Nombre de contacts de 5 secondes et en minutes positives et pourcentage de ces contacts par rapport à l'activité totale, obtenue en 2021

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec. totaux	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	557	16,01%	344	17,33%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	823	23,66%	498	25,09%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	791	22,74%	491	24,74%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	1 075	30,91%	513	25,84%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i> .	129	3,71%	75	3,78%
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	59	1,70%	28	1,41%
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	41	1,18%	36	1,81%
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	1	0,03%	1	0,05%
Groupe des Oreillards <i>Plecotus auritus</i> / <i>P. austriacus</i>	2	0,06%	1	0,05%
Total	3 478	100,00%	1 985	100,00%

2 Synthèse et analyse des résultats

Pour l'année 2020, l'analyse réalisée montre que :

- La Pipistrelle commune **domine le peuplement chiroptérologique avec 41 à 44 % du total des contacts obtenus (en fonction de la méthode de calcul)**. Cette espèce vole régulièrement en altitude et fait partie des espèces les plus régulièrement découvertes au cours des suivis mortalités ;
- La Noctule de Leisler **est également bien présente avec 19 à 21 % du total des contacts obtenus**. Cette espèce est classiquement fortement représentée en altitude ;
- La Noctule commune est une autre espèce classiquement très présente en altitude. Elle a toutefois été moins observée sur ce site avec 11 à 12 % des contacts ;
- Le groupe d'espèces Sérotine commune / Noctules indéterminées atteint tout de même 13 à 16 % des contacts. La plupart de ces contacts semble attribuable à des Noctules ;
- La Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Nathusius sont moins fréquentes alors qu'elles montrent une propension à voler en altitude non négligeable, et représentent environ 11 % des contacts.
 - Le groupe d'espèces représente 7 à 8 % des contacts ;
 - La Pipistrelle de Kuhl représente 2 à 3 % des contacts ;
 - La Pipistrelle de Nathusius est très peu contactée avec certitude avec environ 1 % des contacts, quelques soit la méthode de calcul.

Pour l'année 2021, l'analyse réalisée montre que :

- La Pipistrelle commune n'est pas l'espèce la plus fréquente avec **16 à 17,33 % du total des contacts obtenus (en fonction de la méthode de calcul), elle passe en dessous des noctules**. Néanmoins, cette espèce vole régulièrement en altitude et fait partie des espèces les plus régulièrement découvertes au cours des suivis mortalités ;
- La Noctule de Leisler **est l'espèce la plus présente en altitude en 2021 avec 23 à 25 % du total des contacts obtenus**. Cette espèce est classiquement fortement représentée en altitude ;
- La Noctule commune est une autre espèce classiquement très présente en altitude. En 2021, elle représente sur ce **site 22 à 24 % des contacts** ;
- Le groupe d'espèces Sérotine commune / Noctules indéterminées atteint tout de même 25 à 31 % des contacts. La plupart de ces contacts semble attribuable à des Noctules ;
- La Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Nathusius sont moins fréquentes alors qu'elles montrent une propension à voler en altitude non négligeable, et représentent environ 6,5 % des contacts.
 - Le groupe d'espèces représente 3,7 % des contacts ;
 - La Pipistrelle de Kuhl représente moins de 2 % des contacts ;
 - La Pipistrelle de Nathusius est très peu contactée avec certitude avec moins de 2 % des contacts, quelques soit la méthode de calcul.

En 2020, sur l'ensemble de la période de suivi en altitude, 1 150 contacts de chiroptères (en « minutes positives ») ont été enregistrés au niveau de la nacelle de l'éolienne E1 du parc de Pierrefitte-ès-Bois, sur un total de 244 nuits d'échantillonnage. On obtient une **moyenne de 4,71 minutes positives par nuit**.

En 2021, 1 985 contacts de chiroptères (en « minutes positives ») ont été enregistrés au niveau de la nacelle de l'éolienne E1 du parc de Pierrefitte-ès-Bois, sur un total de 171 nuits d'échantillonnage. On obtient une **moyenne de 11,60 minutes positives par nuit**.

2 Synthèse et analyse des résultats

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

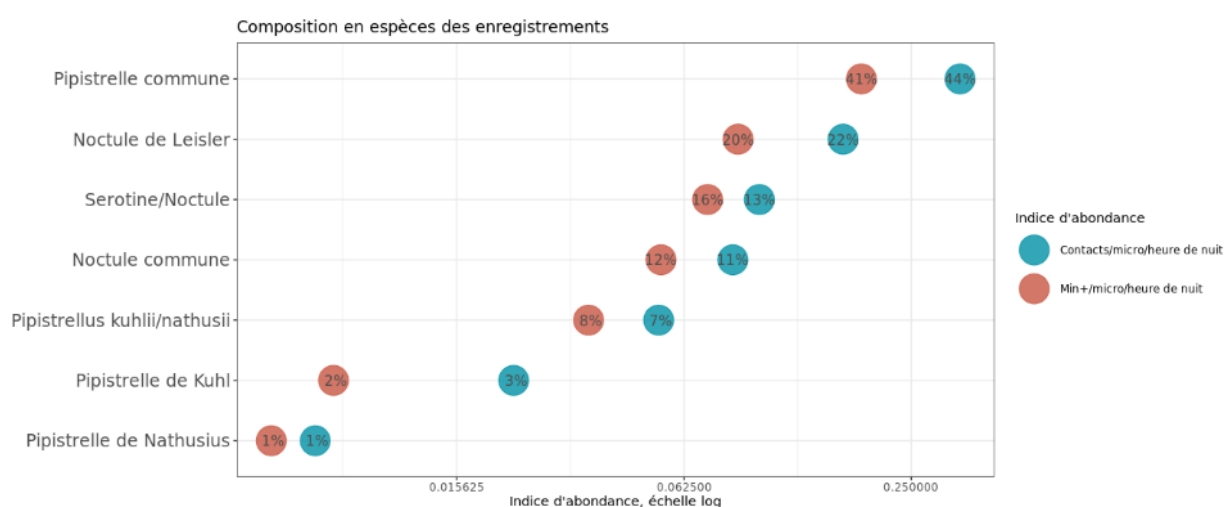


Figure 15 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E1 (n = 1 979 contacts de 5 sec. et 1 150 min. pos.) entre avril et novembre 2020.

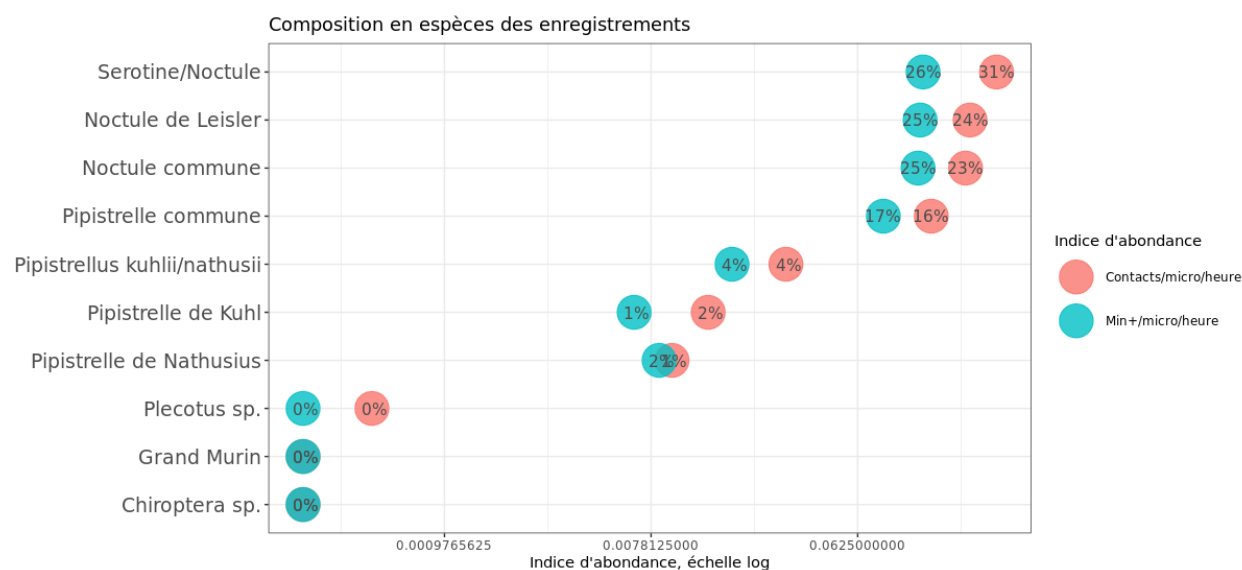


Figure 16 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E1 (n = 3 478 contacts de 5 sec. et 1 985 min. pos.) entre mi-mai et octobre 2021.

2 Synthèse et analyse des résultats

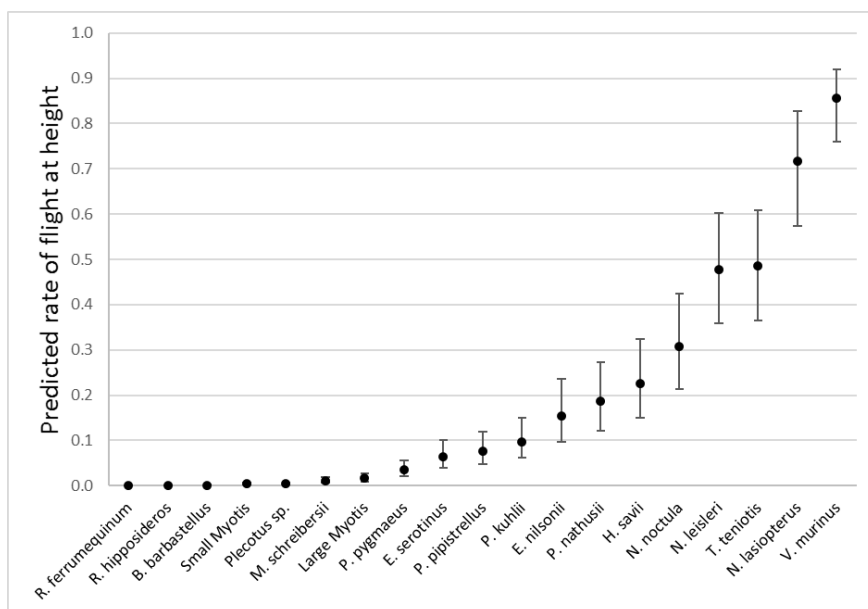


Figure 17 : Proportion de vol en altitude prédite pour différentes espèces à partir d'un modèle linéaire généralisé mixte (GLMM) avec l'espèce et la hauteur médiane des microphones en effet fixe (pour contrôler leur effet) et le site niché dans le groupe de sites comme effet aléatoire (ROEMER, 2018).

2 Synthèse et analyse des résultats

1.3 Évolution de l'activité des chiroptères durant la période d'étude

1.3.1 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.

Activité journalière en 2020

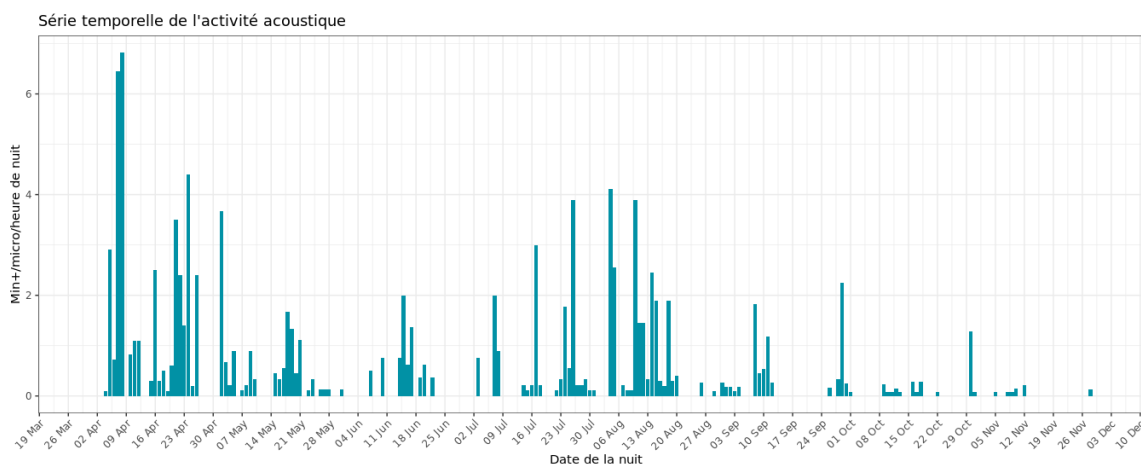


Figure 18 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, entre avril et novembre 2020.

Activité journalière en 2021

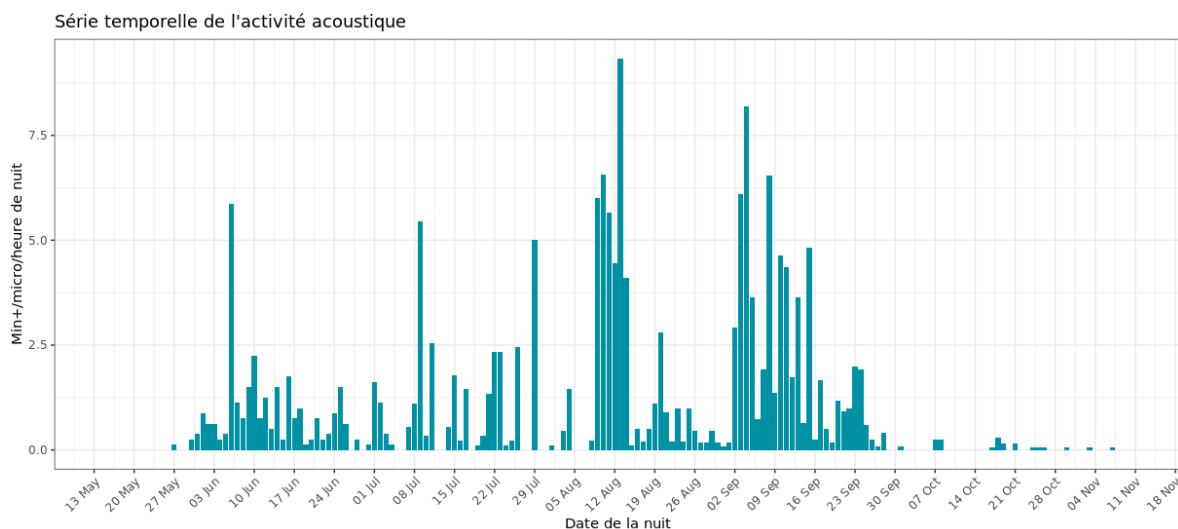


Figure 19 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, entre mi-mai et octobre 2021.

2 Synthèse et analyse des résultats

1.3.2 Activité mensuelle

Toutes espèces confondues, on observe une variation de l'activité au cours des différents mois que ce soit en 2020 ou en 2021.

■ **En 2020**

L'activité est très forte en période de migration printanière (avril) puis chute pour augmenter progressivement et culminer en août (à un niveau toutefois moindre qu'en avril), correspondant à la période de migration automnale.

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

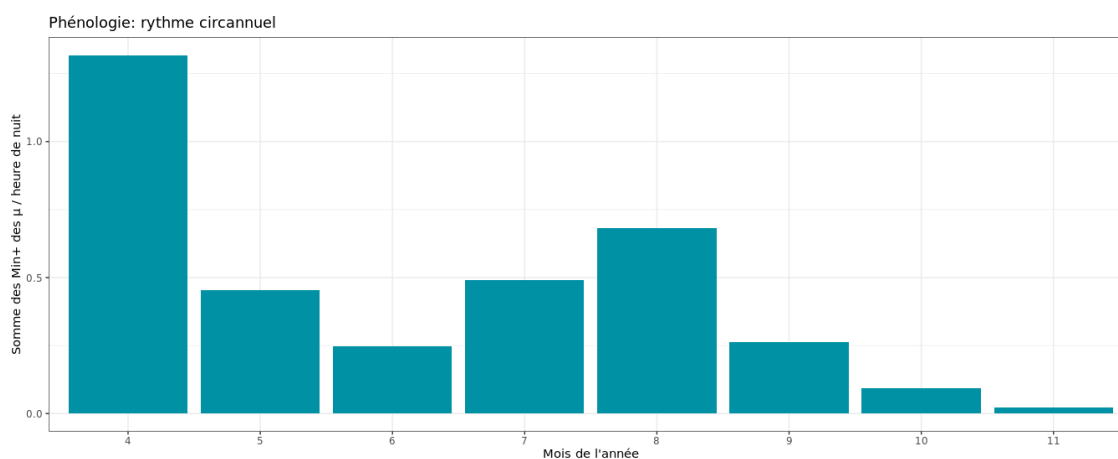


Figure 20 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, entre avril et novembre 2020.

■ **En 2021**

L'activité est très forte durant les mois d'août et de septembre, ce qui correspond à la période de migration automnale. En 2020, un pic avait été observé en avril. Ce pic d'activité a probablement également eu lieu en 2021, mais n'a pas pu être mis en évidence cette année du fait de l'absence d'enregistrement à cette période de l'année.

En 2021, la distribution d'activité est marquée par un pic majeur en période de migration automnal.

2 Synthèse et analyse des résultats

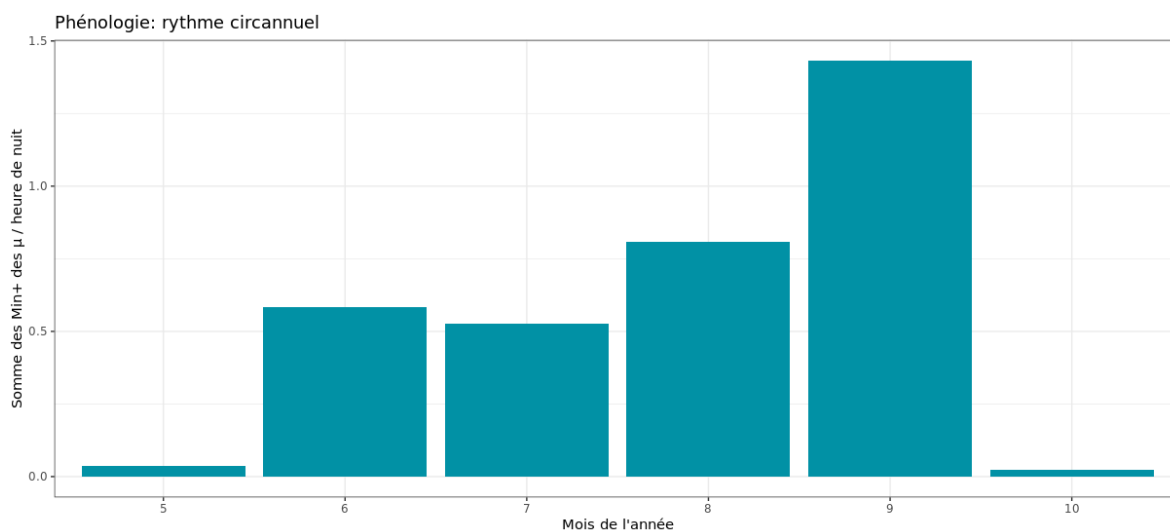


Figure 21 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, entre mi-mai et octobre 2021.

Groupe des Pipistrelles (*Pipistrelle commune* / *Pipistrelle de Kuhl* / *Pipistrelle de Nathusius*)

▪ **En 2020**

- Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente 44 % des minutes positives de sons de chauves-souris et constitue l'espèce la plus fréquente sur le site.

Cette espèce est présente de manière constante sur l'ensemble de la période d'activité avec toutefois une régression significative en août.

- Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) et Pipistrelle de Nathusius (*P. nathusii*)

Pour rappel, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle de Kuhl représentent environ 11 % du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris.

Ces deux espèces sont présentes essentiellement au printemps (avril-mai). Des contacts plus discrets sont relevés en juin, août, septembre, octobre et novembre.

L'activité des Pipistrelles en altitude est dominée par la Pipistrelle commune. Elle est très importante en avril - correspondant à la migration printanière - puis elle décroît jusqu'en août (quasi-disparition des contacts). On discerne un sursaut discret en septembre attribuable à la migration automnale.

2 Synthèse et analyse des résultats

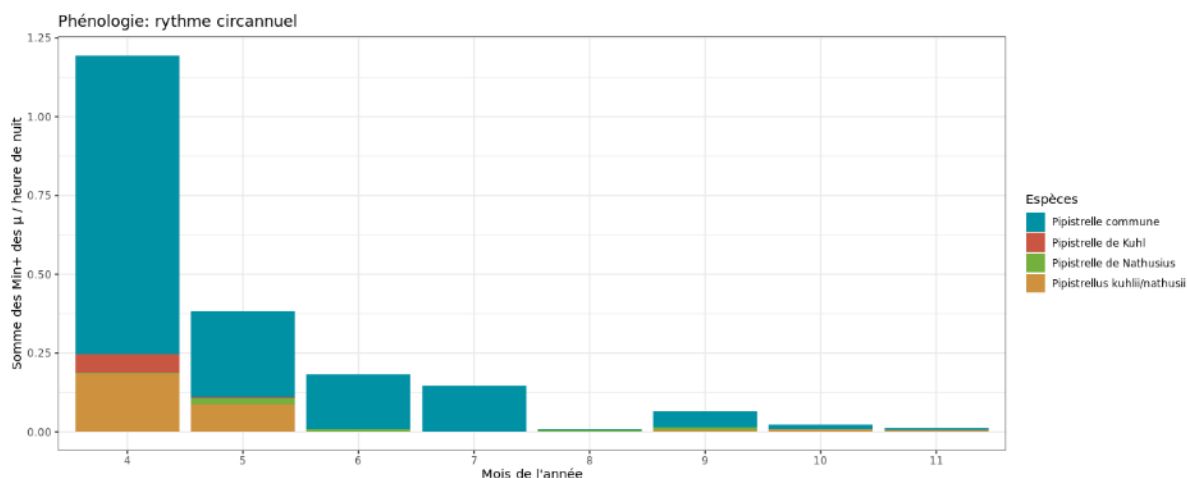


Figure 22 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les Pipistrelles, entre avril et novembre 2020.

■ En 2021

● Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)

En 2021, la Pipistrelle commune représente 17 % des minutes positives des sons de chauves-souris. Elle apparaît moins fréquente qu'en 2020.

Cette espèce est présente sur la majorité des mois. Elle n'a pas été observée durant le mois de mai 2021. Les activités les plus importantes sont observées sur les mois de juin et septembre.

● Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) et Pipistrelle de Nathusius (*P. nathusii*)

Pour rappel, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle de Kuhl représentent environ 7 % des enregistrements de chauves-souris en 2021.

La Pipistrelle de Kuhl semble surtout présente en période estivale (mai, juin et juillet). La Pipistrelle de Nathusius a été identifiée surtout en fin d'été (août et septembre), période de migration de cette espèce. En cumulant avec, les sons attribués au groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius, on observe également un pic d'activité en juin et un autre en septembre.

L'activité en juin semble correspondre à l'activité des Pipistrelles de Kuhl en période de mise bas. En septembre, l'activité en altitude de ce groupe est probablement essentiellement due à l'activité des Pipistrelles de Nathusius en migration.

En 2021, l'activité des pipistrelles en altitude est dominée par la Pipistrelle commune. Elle est importante sur le mois de juin et de septembre.

2 Synthèse et analyse des résultats

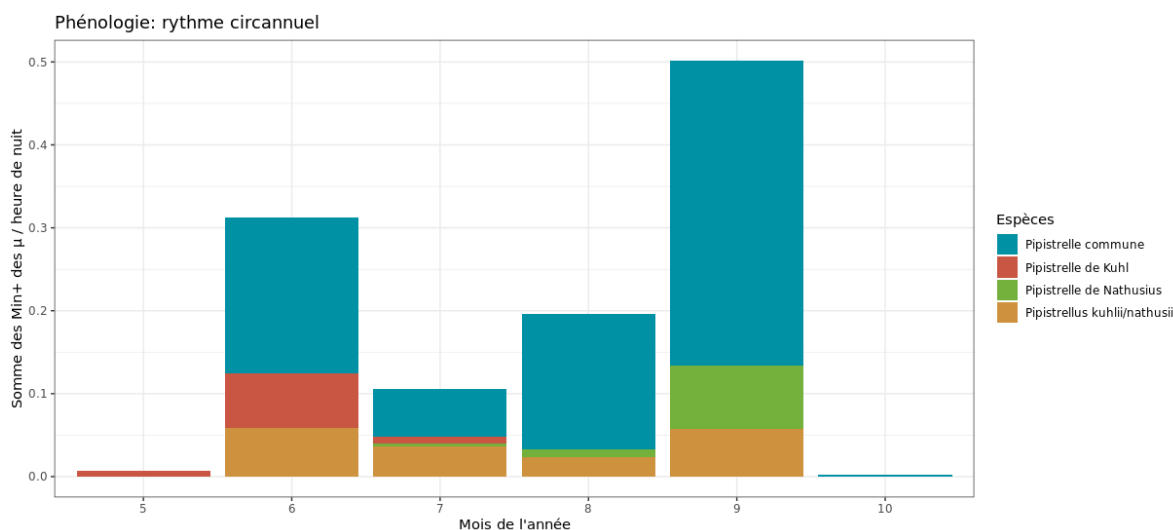


Figure 23 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les Pipistrelles, entre mi-mai et octobre 2021.

Groupe des noctules (*Noctule de Leisler* / *Noctule commune*)

■ En 2020

- *Noctule de Leisler (Nyctalus leisleri)*

Pour rappel, la *Noctule de Leisler* représente 21 % des enregistrements de sons de chauves-souris, en minute positive.

- *Noctule commune (Nyctalus nyctalus)*

Pour rappel, la *Noctule commune* représente 12 % des enregistrements des sons de chauves-souris, en minute positives

Le groupe d'espèces *Sérotine commune* / *Noctules indéterminées* représente 13 à 16 % du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris.

Ces espèces de haut vol sont présentes de manière quasi constante sur l'ensemble de la période d'activité. On note un pic d'activité relatif au printemps (avril-mai) et un second particulièrement important entre juillet et septembre (culminant en août). Ces périodes correspondent aux phases de migration chez ces deux espèces.

2 Synthèse et analyse des résultats

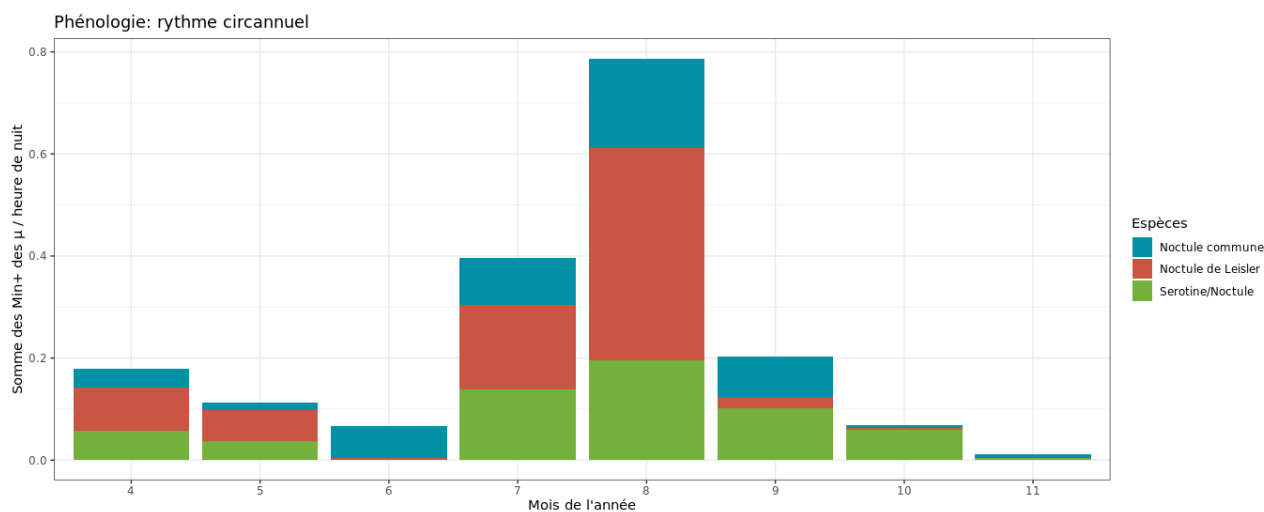


Figure 24 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les espèces de noctules, entre avril et novembre 2020.

■ En 2021

- Noctule de Leisler (*Nyctalus leisler*)

Pour rappel, la Noctule de Leisler représente 25 % des enregistrements de sons de chauves-souris, en minute positive.

- Noctule commune (*Nyctalus nyctalus*)

Pour rappel, la Noctule commune représente 25 % des enregistrements des sons de chauves-souris, en minute positives

Le groupe d'espèces Sérotine commune / Noctules indéterminées représente 25 % des enregistrement des sons de chauves-souris.

Ces espèces de haut vol sont présentes sur l'ensemble de la période d'enregistrement en 2021. L'activité augmente progressivement tout au long de la période. Elle est maximale au mois de septembre. Les deux noctules sont ainsi particulièrement fréquentes en altitude en période de migration. En période de mise-bas (juin et juillet), les deux espèces sont également présentes. La présence d'une population locale avec des colonies est donc possible.

2 Synthèse et analyse des résultats

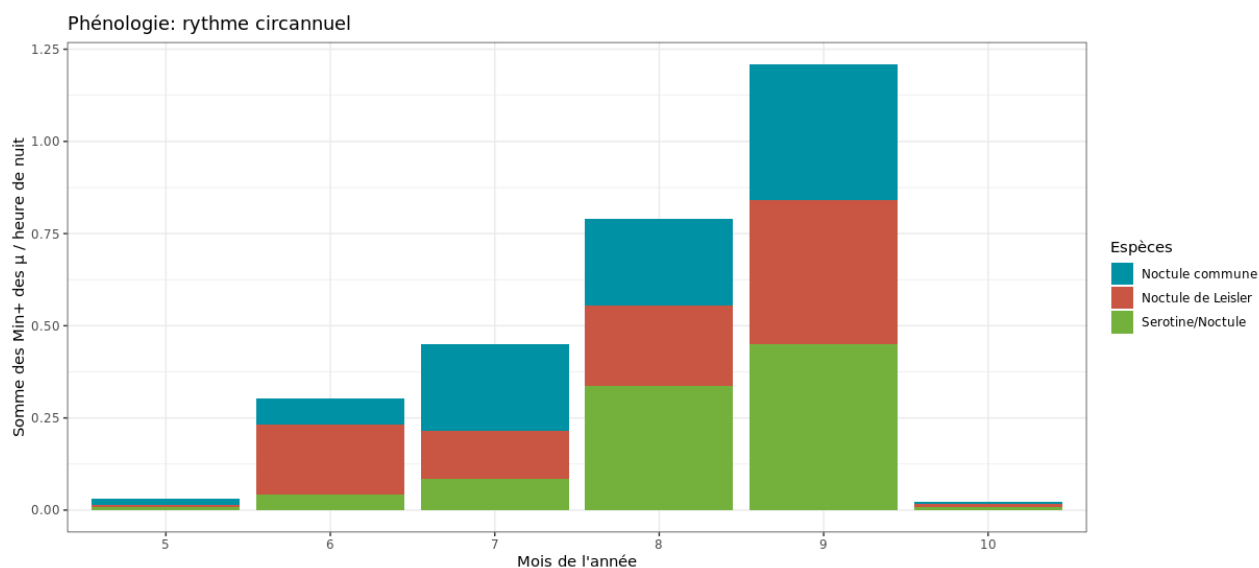


Figure 25 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure, pour les espèces de noctules, entre mi-mai et octobre 2021.

L'analyse de la phénologie sur les années 2020 et 2021 met en évidence la présence d'une activité plus importante en altitude en période de migration pour les différentes espèces contactées, que ce soit au printemps (en 2020) ou à la fin de l'été (2020 et 2021). L'absence d'enregistrement en avril 2021 n'a pas permis de confirmer la présence d'une activité importante en altitude en avril. Néanmoins, elle reste fortement probable au regard des espèces contactées.

En période de migration, les espèces les plus fréquentes en altitude sont les Noctules commune et de Leisler. Durant les mois d'août et de septembre, ces deux espèces sont très fréquentes. Il est à noter qu'elles sont également présentes en période de mise bas et élevage des jeunes (juin et juillet). La présence de population locale et de colonies dans le bocage de Pierrefitte-ès-Bois est probable.

La Pipistrelle commune est présente tout au long de la période d'activité que ce soit en 2020 ou en 2021. Un pic a été observé en avril 2020 et n'a pas pu être réobservé en 2021 du fait de l'absence d'écoute sur ce mois. L'activité en altitude est sensible en période de mise-bas, notamment en juin pour 2020 et 2021. En 2020, l'activité diminue en altitude à partir du mois de juillet alors qu'en 2021, l'activité est restée plus au moins constante en juillet et août. Elle a ensuite sensiblement augmenté en septembre. Ceci peut être dû à des conditions météorologiques différentes entre les deux années de suivies.

La Pipistrelle de Kuhl est apparue plus présente en 2021 notamment en période estival (juin). La Pipistrelle de Nathusius apparait plus fréquente en altitude en période de migration. Ce constat est surtout visible en septembre 2021.

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

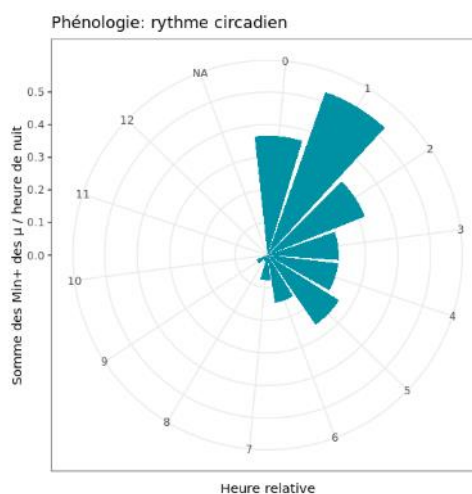
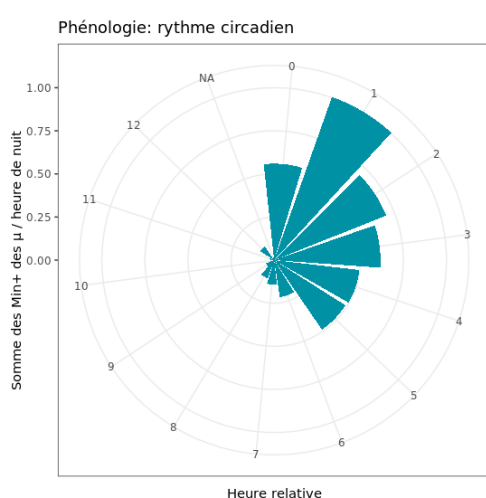
Dans le cadre de cette analyse, l'unité de mesure retenue pour calculer l'activité en fonction de l'heure par classe est la minute positive (nombre de minutes au cours desquelles il y a eu au moins un enregistrement de chauves-souris) soit :

2 Synthèse et analyse des résultats

- 1 150 minutes positives exploitables sur l'ensemble de la période d'enregistrement (avril à novembre, en 2020 ;
- 1 985 minutes positives exploitables sur l'ensemble de la période d'enregistrement (mi-mai à octobre), en 2021.

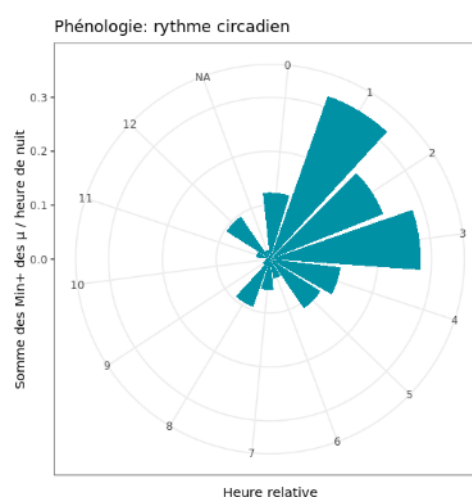
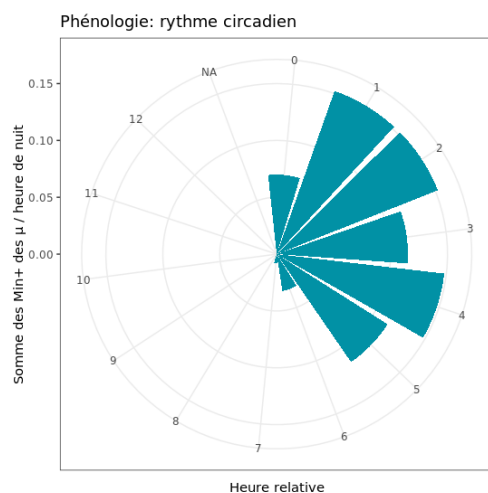
■ En 2020

Sur les mois d'avril à novembre 2020, l'activité des chauves-souris est visible sur l'ensemble de la nuit. Quelques soit la période de l'année, elle se concentre globalement dans les 5 premières heures après le coucher du soleil avec un pic la première heure. Elle décroît ensuite progressivement. Elle ne semble pas disparaître totalement et montre ponctuellement des regains en fin de nuit.



Toutes espèces confondues, entre avril et novembre 2020.

Toutes espèces confondues, entre avril et mai 2020.



Toutes espèces confondues, entre juin et juillet 2020.

Toutes espèces confondues, entre août et novembre 2020.

Figure 26 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues, en 2020.

2 Synthèse et analyse des résultats

L'activité en altitude des chauves-souris 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 (cf. Figure 27), 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.

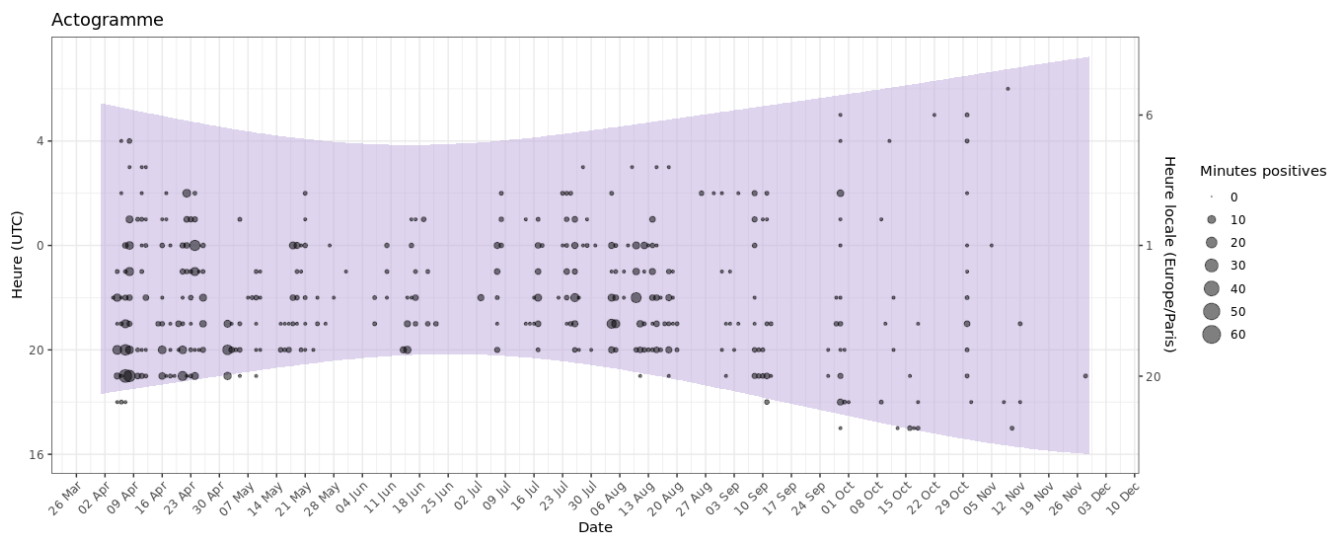


Figure 27 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre avril et novembre 2020.

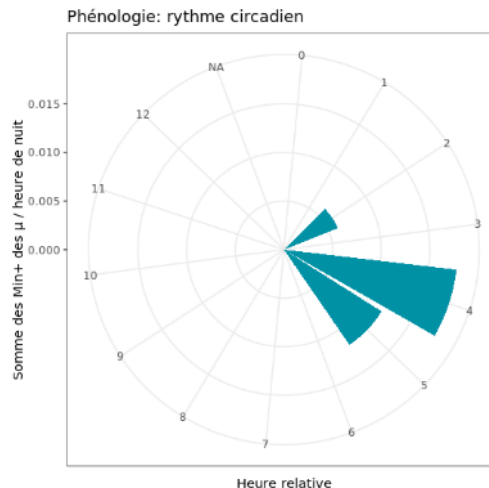
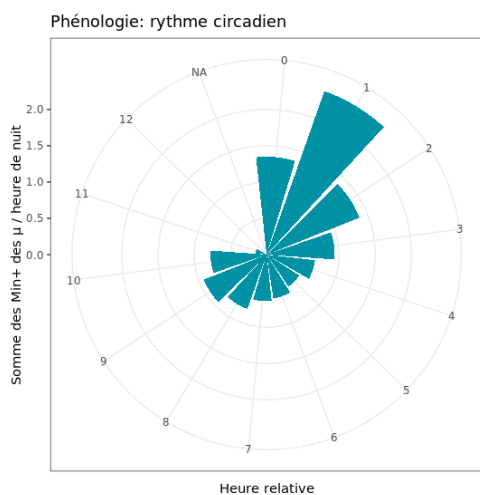
Dans l'actogramme, la zone colorée correspond à la nuit.

■ En 2021

Comme en 2021, l'analyse sur l'ensemble de la période d'enregistrement (mi-mai à octobre 2021) montre que l'activité des chauves-souris est visible sur l'ensemble de la nuit. Elle est globalement plus importante en début de nuit et diminue ensuite. En période de migration (août à octobre), l'activité semble montrer des regains d'activité en altitude au-delà des 5 premières heures d'enregistrement.

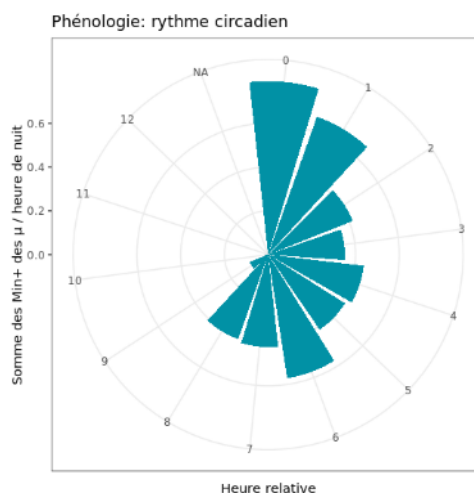
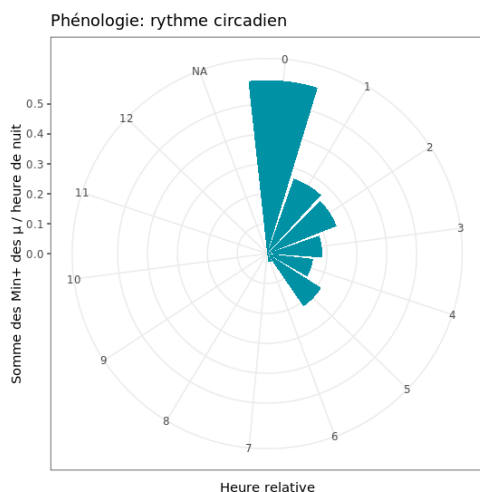
A noter qu'en mai, l'activité et le temps d'enregistrement est faible (15 jours), l'activité horaire ne semble pas montrer de tendance significative.

2 Synthèse et analyse des résultats



Toutes espèces confondues, entre mi-mai et octobre 2021.

Toutes espèces confondues, en mai 2021.



Toutes espèces confondues, entre juin et juillet 2021.

Toutes espèces confondues, entre août et octobre 2021.

Figure 28 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues, en 2021.

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.

Comme en 2020, l'activité en altitude en 2021 des chauves-souris 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 (cf. Figure 29), 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.

2 Synthèse et analyse des résultats



Figure 29 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mi-mai et octobre 2021.

Dans l'actogramme, la zone colorée correspond à la nuit.

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

Les chapitres suivants présentent des analyses des activités notées en hauteur 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 est la minute positive (nombre de minutes au cours desquelles il y a eu au moins un enregistrement de chauves-souris).

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

■ En 2020

Au cours des périodes d'analyses qui s'étendent d'avril à novembre 2020, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de vent, allant de 0 à 16,4 m/s. La moyenne des vent observées est de 5,1 m/s et la médiane est à 4,8 m/s.

L'échantillonnage est important pour les vitesses de vent comprises entre 1 et 10 m/s. En dessous de 1 m/s et au-delà de 10 m/s, 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).

Les graphiques suivants présentent 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 244 nuits de l'étude. Les résultats sont présentés sous deux graphiques différents

2 Synthèse et analyse des résultats

montrant soit la densité des valeurs par classe de vent (fonction de densité – pdf) soit la répartition des valeurs inférieures ou égal à chaque classe de vent (fonction de répartition – cdf).

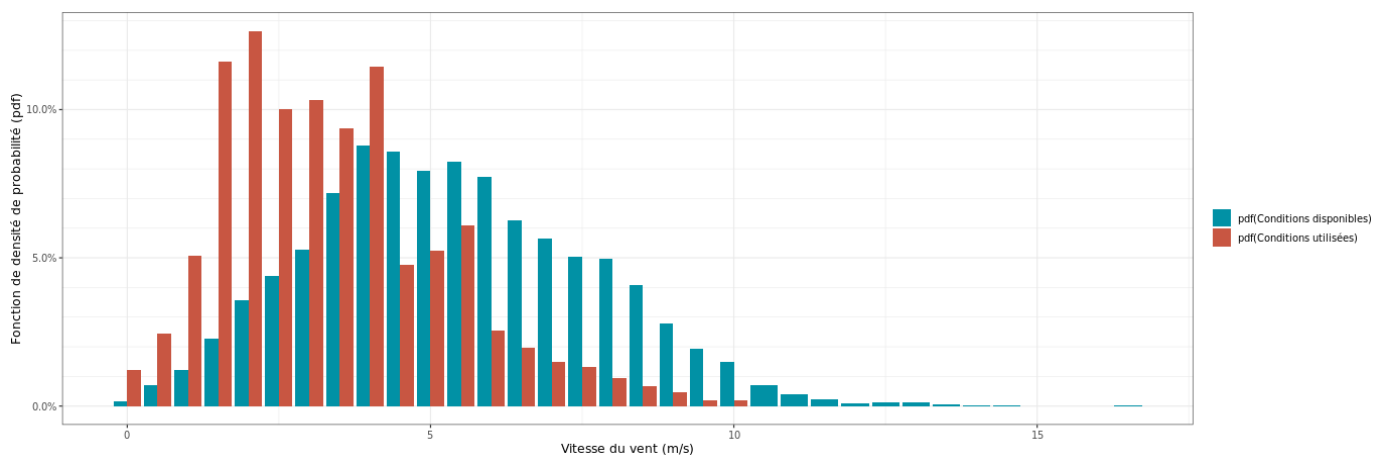


Figure 30 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s), en 2020

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

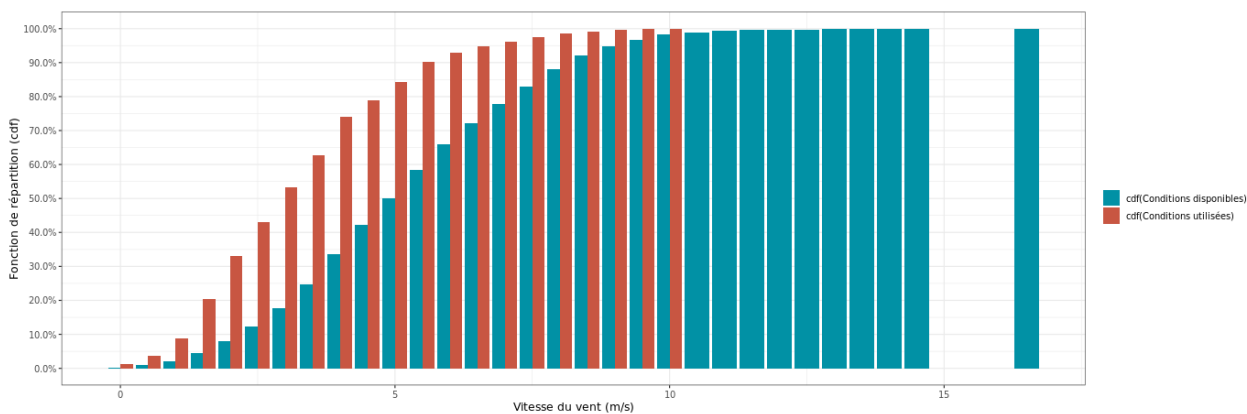


Figure 31 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s), en 2020

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

Toutes espèces confondues, la proportion d'observations des chauves-souris en fonction du vent diminue sur le site à partir de 6 m/s.

Au-delà de 10 m/s, les chauves-souris ne sont plus actives.

2 Synthèse et analyse des résultats

▪ En 2021

Au cours des périodes d'analyses qui s'étendent de mi-mai à octobre 2021, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages moyennes de vent, allant de 0 à 16,4 m/s. La moyenne des vent observées est de 4,9 m/s et la médiane est à 4,7 m/s.

L'échantillonnage est important pour les vitesses de vent comprises entre 1,5 et 9 m/s. En dessous de 1,5 m/s et au-delà de 9 m/s, 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).

Les graphiques suivants présentent 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 171 nuits des écoutes en 2021. Les résultats sont présentés sous deux graphiques différents montrant soit la densité des valeurs par classe de vent (fonction de densité – pdf) soit la répartition des valeurs inférieures ou égal à chaque classe de vent (fonction de répartition – cdf).

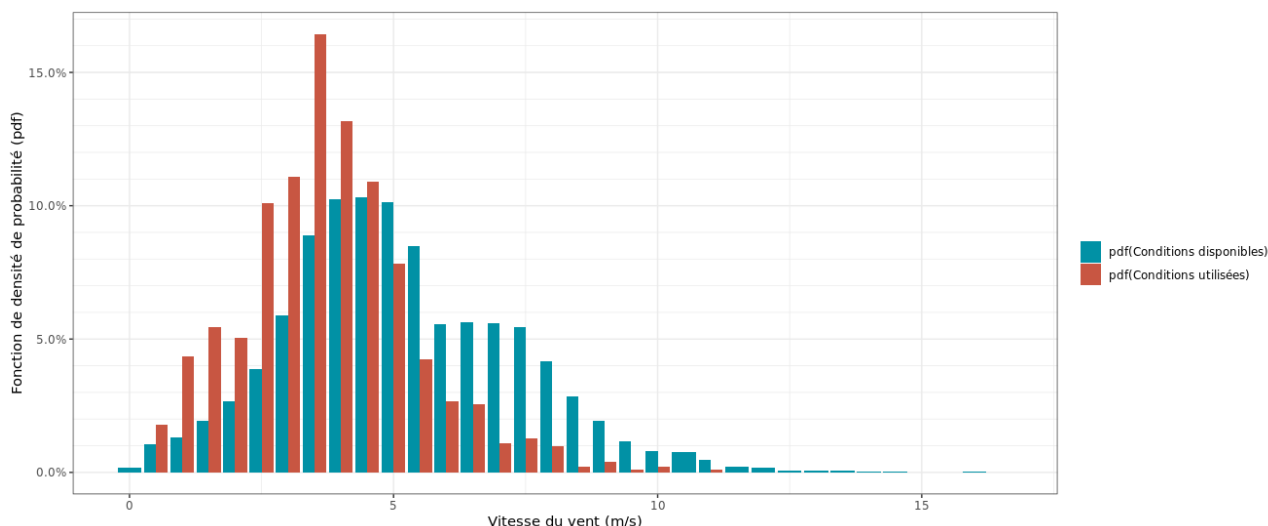


Figure 32 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s), en 2021
 pdf (conditions disponibles) – fonction de répartition des vitesses de vent enregistrées
 pdf (conditions utilisées) – fonction de répartition des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

2 Synthèse et analyse des résultats

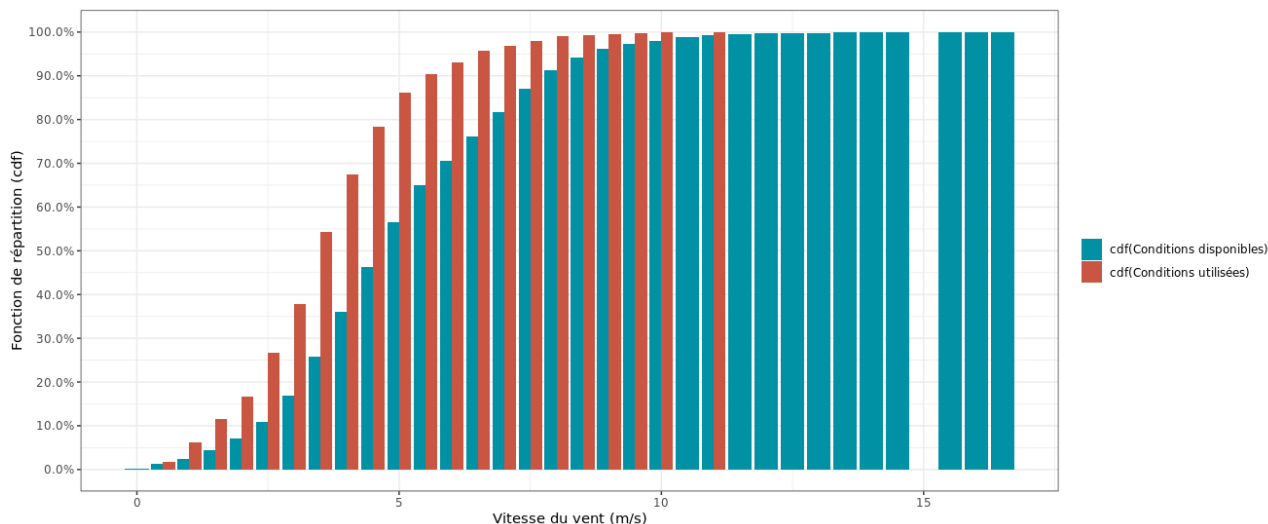


Figure 33 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s), en 2021

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

Toutes espèces confondues, la proportion d'observations des chauves-souris en fonction du vent diminue sur le site à partir de 5 m/s, en 2021.

Au-delà de 11 m/s, les chauves-souris ne sont plus actives.

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, pour l'ensemble obtenues à hauteur de nacelle en 2020 et 2021.

Tableau 8 : Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des vitesses de vent et des hauteurs de vol en 2020 et 2021.

		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 %
2020	Ensemble des min. pos.	3 m/s	4,3 m/s	5,3 m/s	5,7 m/s	6,8 m/s	8,4 m/s
2021	Ensemble des min. pos	3,6 m/s	4,5 m/s	5,2 m/s	5,7 m/s	6,6 m/s	8,2 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).

2 Synthèse et analyse des résultats

Dans le cadre de l'étude, l'analyse des résultats montrent une nette préférence des chauves-souris pour des vents nocturnes inférieurs à 5 ou 5,5 m/s suivant les années.

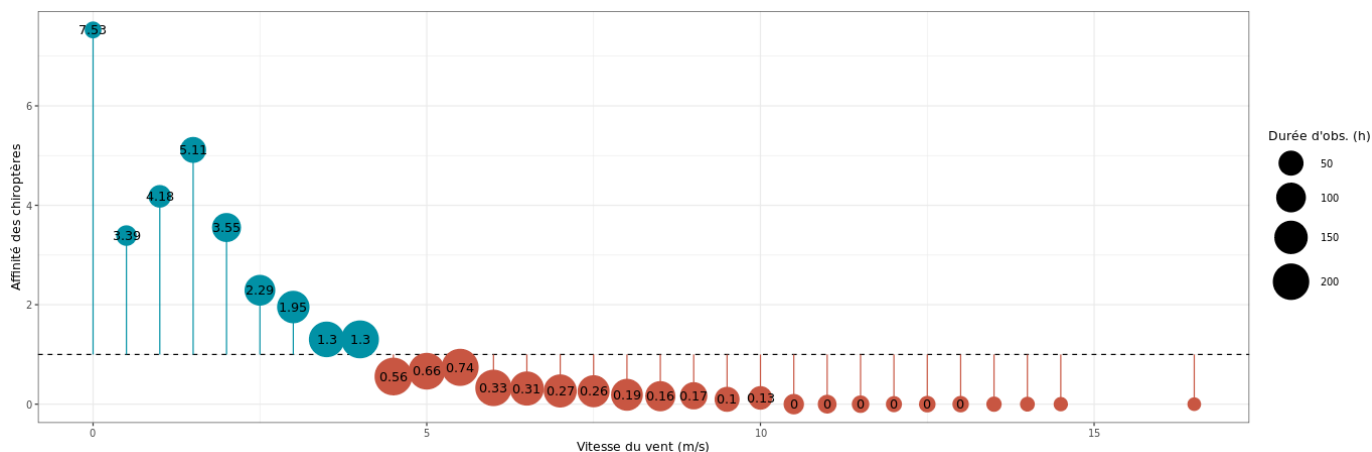


Figure 34 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site en 2020

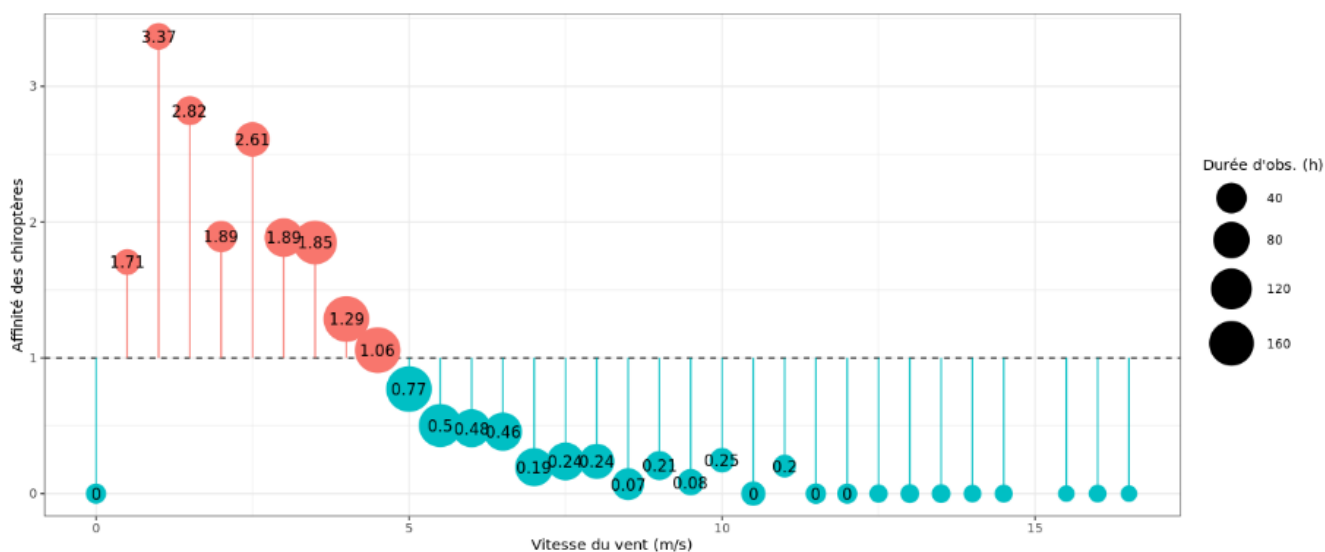


Figure 35 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vent nocturne sur le site en 2021.

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

Entre 2020 et 2021, on observe peu de variations de l'activité en altitude. L'ensemble des activités en altitude, recensées 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 5,7 m/s quelques soit l'année ;

- 75 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures 4,3 ou 4,5 m/s suivant l'année ;

2 Synthèse et analyse des résultats

- 50 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures à 3 ou 3,6 m/s suivant l'année.

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

2.2 Activité en fonction de la température mesurée à 95 m

■ En 2020

Au cours des périodes d'analyse qui s'étend d'avril à novembre 2020, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages de températures allant de 1 à 35°C.

L'échantillonnage est globalement important pour les températures comprises entre 5 et 30°C. En dehors de cette plage de températures, 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'échantillon).

Les graphiques suivants présentent 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 244 nuits de l'étude. 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).

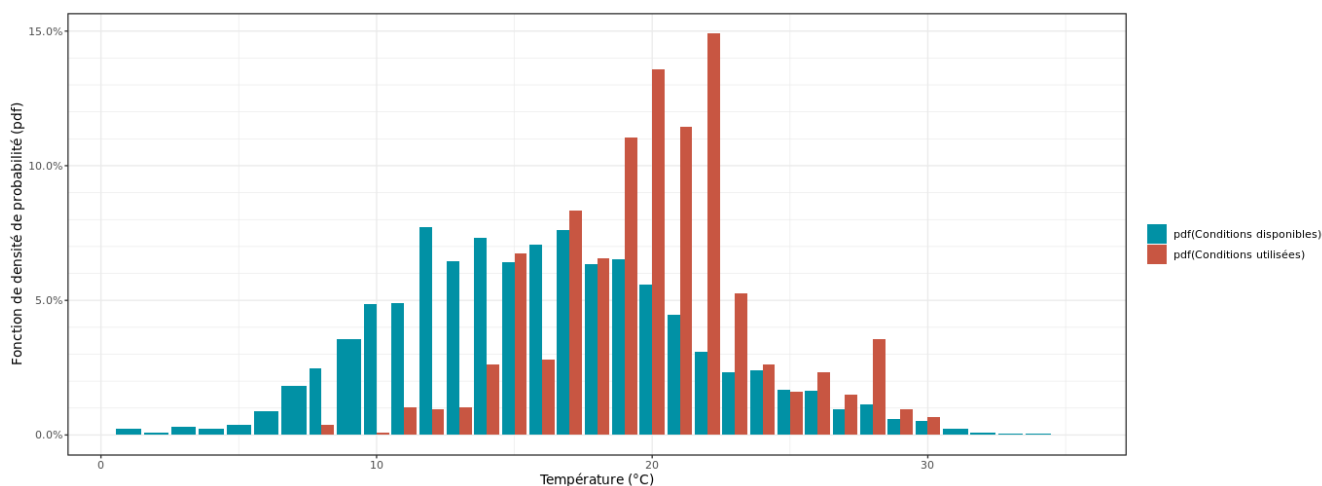


Figure 36 : Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C), en 2020.
 pdf (conditions disponibles) – fonction de densité des températures enregistrées
 pdf (conditions utilisées) – fonction de densité des températures utilisées par les chauves-souris

2 Synthèse et analyse des résultats

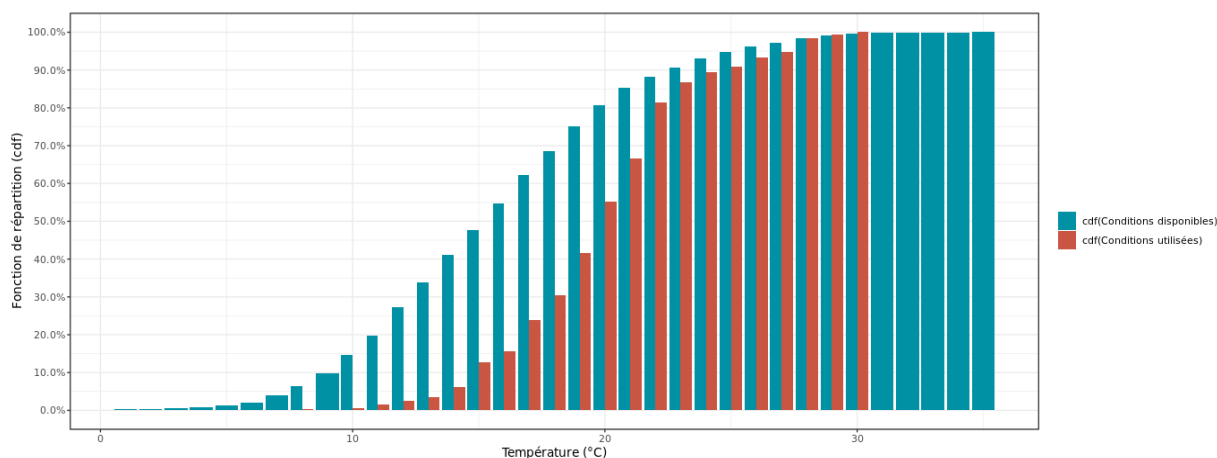


Figure 37 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la température (°C), en 2020

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 majoritairement les plages disponibles au-delà de 14°C. Sous cette température et malgré l'importance de la disponibilité en plages temporelles, les activités sont faibles.

L'activité est optimale entre 19 et 22°C. Au-dessus de 30°C, les chauves-souris ne sont plus actives.

■ En 2021

Au cours des périodes d'analyse qui s'étend de mi-mai à octobre 2021, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté, la nuit et toutes les 10 minutes, des données correspondant à des plages de températures allant de 5 à 33°C.

L'échantillonnage est globalement important pour les températures comprises entre 10 et 23°C. En dehors de cette plage de températures, 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'échantillon).

Les graphiques suivants présentent 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 171 nuits de l'étude. 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).

2 Synthèse et analyse des résultats

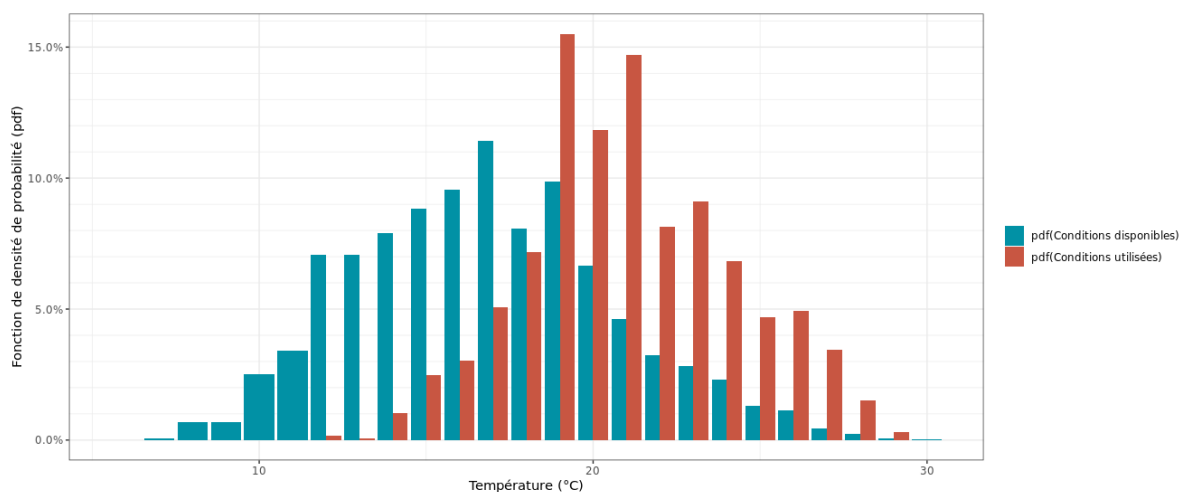


Figure 38 : Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C), en 2021.

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

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

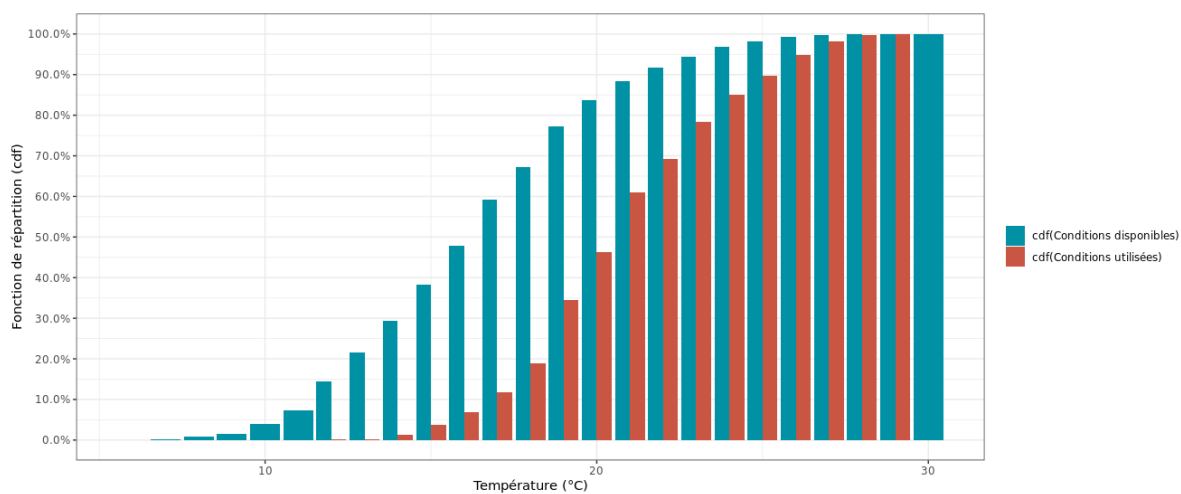


Figure 39 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la température (°C), en 2021

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 majoritairement les plages disponibles au-delà de 15°C. Sous cette température et malgré l'importance de la disponibilité en plages temporelles, les activités sont faibles. L'activité est optimale entre 17 et 25°C.

2 Synthèse et analyse des résultats

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 9 : Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des températures et des hauteurs de vol

		Température (en °C à 83,5m) au-dessus de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts cibles					
		50 %	75 %	85 %	90 %	95 %	99 %
2020	Ensemble des min. pos.	20°C	17°C	16°C	14°C	13°C	10°C
2021	Ensemble des min. pos.	20°C	18,5°C	17,5°C	16,5°C	15,5°C	13,5°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 de l'étude, l'analyse des résultats montrent une nette préférence des chauves-souris pour des températures nocturnes supérieure à 15 et 16°C, suivant les années.

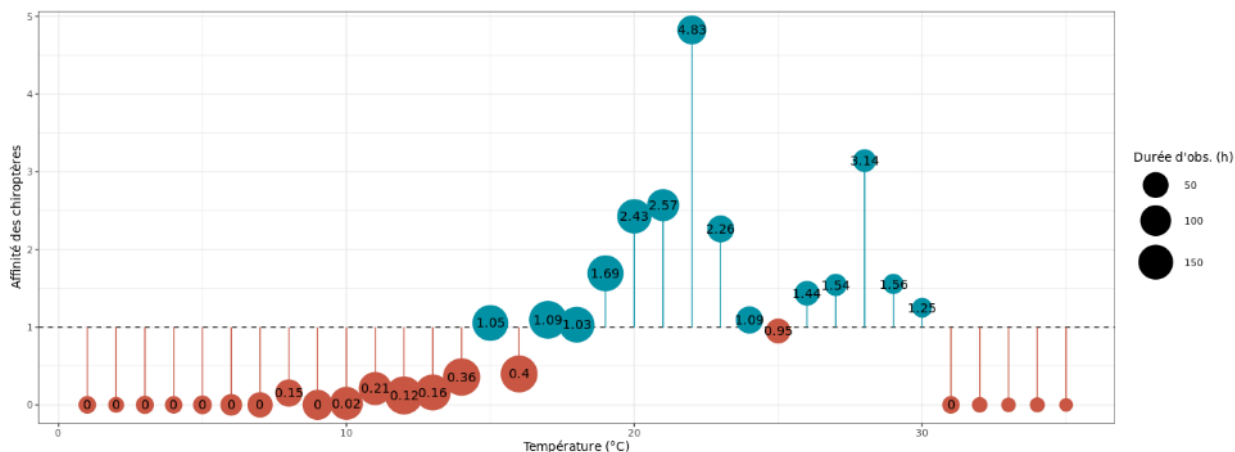


Figure 40 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site en 2020.

2 Synthèse et analyse des résultats

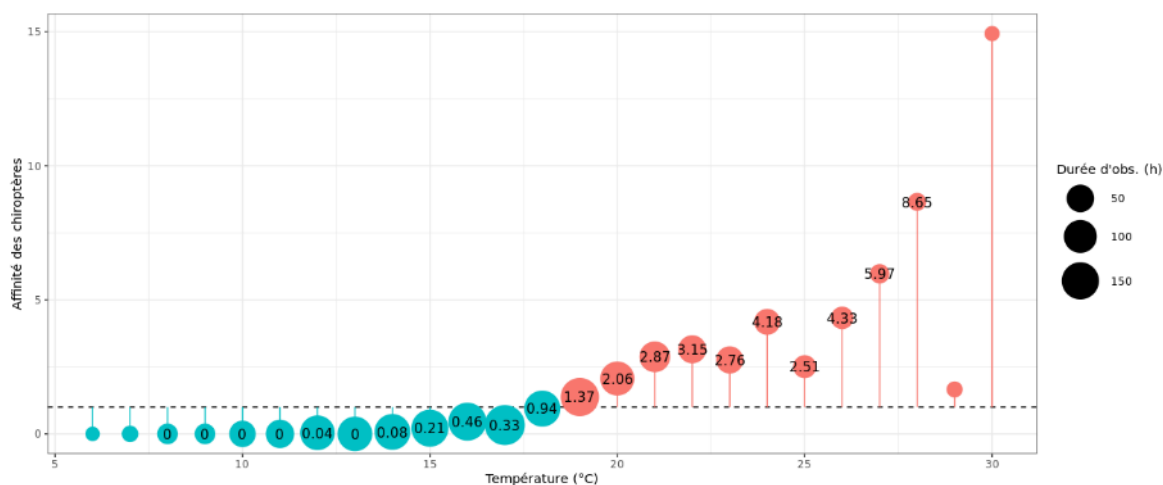


Figure 41 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur le site en 2021.

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

Entre 2020 et 2021, on observe peu de variations de l'activité en altitude. L'ensemble des activités en altitude, recensées pour chaque espèce en fonction de la température mesurée à 95 m, permet de ressortir les principales informations suivantes :

- 90 % de l'activité a été enregistrée à des températures supérieures à 14 ou 16,5°C suivant les années ;

- 75 % de l'activité a été enregistrée à des températures supérieures à 17 ou 18,5°C suivant les années ;

- 50 % de l'activité a été enregistrée à des températures supérieures à 20°C, quelques soit l'année.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse des résultats montrent une préférence des chauves-souris pour des températures supérieures à 15 ou 16°C en fonction de l'année.



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 hauteur et d'évaluer plus précisément les conditions favorables à l'activité sur deux années de suivi. Pour chaque année, un dispositif d'enregistrement automatique (SM4BAT) équipé d'un micro a été placé à 95 m au niveau de la nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois dans le Loiret (45).

En 2020, l'étude a fait l'objet de 8 mois d'analyse soit **244 nuits exploitables**. En 2021, 5,5 mois de suivi ont été réalisés, soit **171 nuits exploitables**.

Durant les deux années de suivi, au total, **6 espèces de chauves-souris** ont été contactées avec certitude en altitude sur le site.

Les enregistrements ont permis l'identification de **6 espèces avérées**. Ce qui représente 24 % des 25 espèces répertoriées en région Centre-Val-de-Loire. Il s'agit d'une diversité moyenne pour le département du Loiret toutefois sous-estimée en l'absence de microphone positionné à proximité du sol.

L'activité en altitude enregistrée durant cette période peut être considérée comme moyenne à forte, en fonction de l'année, au regard d'autres sites suivis dans le quart nord-ouest de la France suivant le même protocole.

En 2020, sur l'ensemble de la période de suivi en altitude, 1 150 contacts de chiroptères (en « minutes positives ») ont été enregistrés au niveau de la nacelle de l'éolienne E1 du parc de Pierrefitte-ès-Bois, sur un total de 244 nuits d'échantillonnage. **On obtient une moyenne de 4,71 minutes positives par nuit.**

En 2021, 1 985 contacts de chiroptères (en « minutes positives ») ont été enregistrés au niveau de la nacelle de l'éolienne E1 du parc de Pierrefitte-ès-Bois, sur un total de 171 nuits d'échantillonnage. **On obtient une moyenne de 11,60 minutes positives par nuit.**

On observe une augmentation sensible du nombre de contacts enregistrés entre 2020 et 2021, malgré la durée d'écoute moins importante en 2021.

Les expertises réalisées ont montré que :

- **La Pipistrelle commune est relativement bien présente en altitude sur ce site.** En 2020, elle était l'espèce la plus fréquente avec 41 à 44 % du total des contacts obtenus (en fonction de la méthode de calcul). En 2021, elle représentait 16 à 17% des contacts en altitude. Cette espèce vole régulièrement en altitude et fait partie des espèces les plus régulièrement découvertes au cours des suivis mortalités en 2020. En 2021, l'espèce a été trouvée en moins grand nombre au cours des suivis mortalités.
- **Le groupe des Noctules occupe également une place importante.** En effet, la Noctule de Leisler représente 19 à 21 % du total des contacts obtenus en 2020 et 23 à 25 % des contacts en 2021. La Noctule commune représente 11 à 12 % des contacts en 2020 et 23 à 25 % des contacts en 2021. Ces espèces sont classiquement très fortement représentées en altitude. En 2021, elle semble avoir été plus présente sur le site. Ces deux espèces ont été régulièrement découvertes au cours des suivis mortalités en 2020. En 2021, une seule Noctule de Leisler a été trouvée.

La phénologie annuelle montre une activité assez hétérogène au cours du temps et des années.

En 2020, une activité importante a été observée au cours des mois d'avril (essentiellement) et au mois d'août, correspondant respectivement aux migrations printanière et automnale.

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

En 2021, le pic du mois d'avril n'a pas pu être réobservé. On observe de nouveau un pic d'activité en période de migration (août et septembre) des Noctules et Pipistrelles de Nathusius. En période estivale (juin et juillet), on observe également une activité en altitude notable de Pipistrelles mais également de Noctules traduisant la présence de populations locale.

En 2020, l'activité des chauves-souris est concentrée en début de nuit (5 premières heures avec un pic la première heure) puis décroît progressivement avec un regain d'activité avant le lever du jour. En 2021, l'analyse sur l'ensemble de la période d'enregistrement (mi-mai à octobre 2021) montre que l'activité des chauves-souris est visible sur l'ensemble de la nuit. Elle est globalement plus importante en début de nuit et diminue ensuite. En période de migration (août à octobre), l'activité semble montrer des regains d'activité en altitude au-delà des 5 premières heures d'enregistrement.

■ En 2020

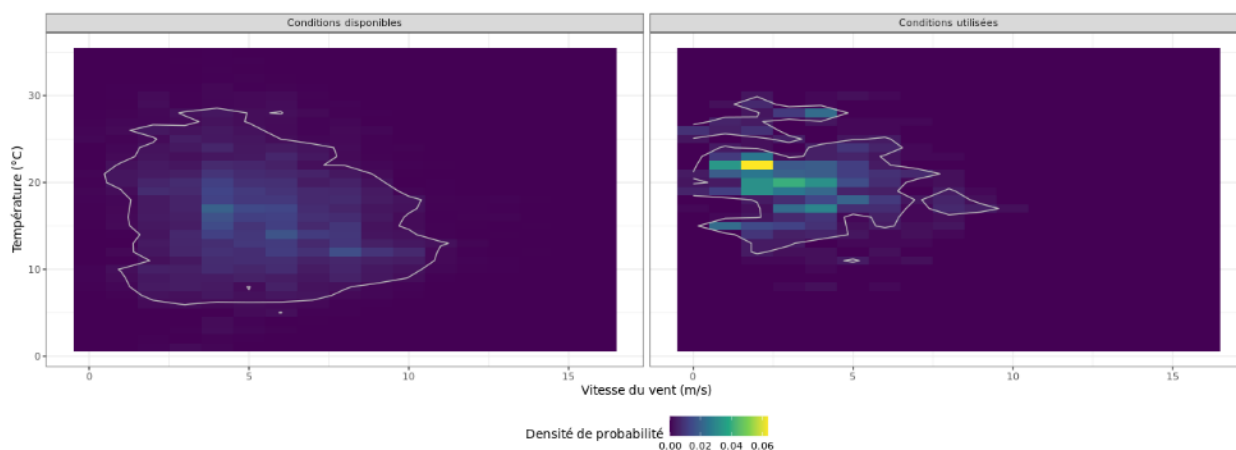


Figure 42 : Météo enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météo utilisées par les chauves-souris à droite (l'enveloppe délimite 90 % de la proportion de point demandée) en 2020.

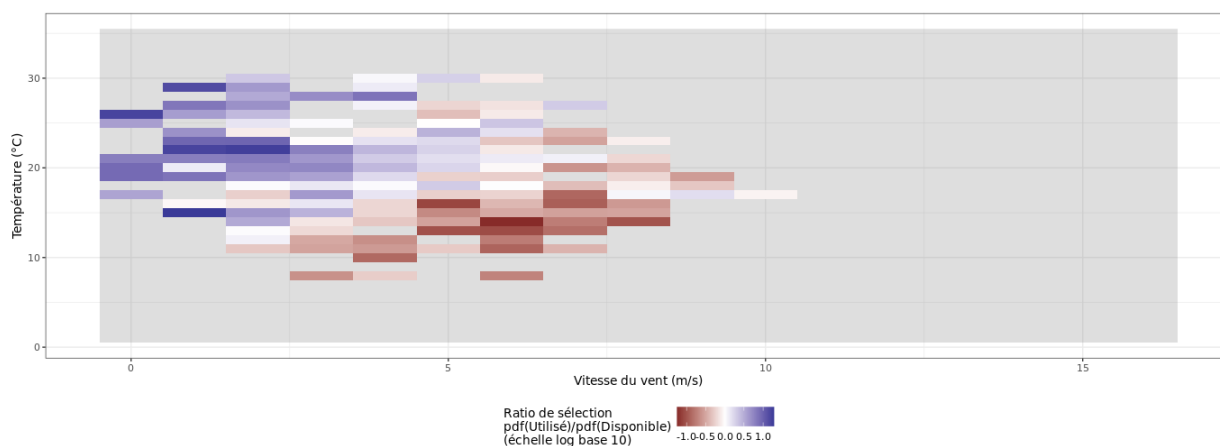


Figure 43 : Bilan sur les conditions météo sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : température et vitesse du vent) en 2020

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

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le site de Pierrefitte-ès-Bois et des activités de chiroptères associés, il ressort que l'utilisation du site par les chauves-souris en 2020 (en bleu) est majoritaire dans des gammes de de vitesse de vent comprises entre 0 et 6 m/s et de température comprise entre 14 et 30°C.

■ En 2021

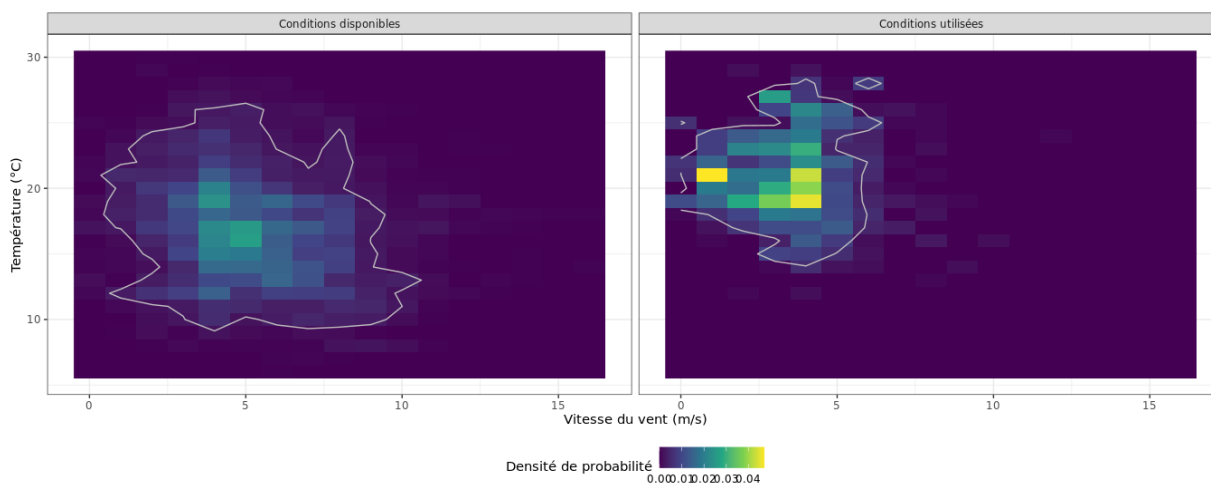


Figure 44 : Météo enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météo utilisées par les chauves-souris à droite (l'enveloppe délimite 90 % de la proportion de point demandée) en 2021

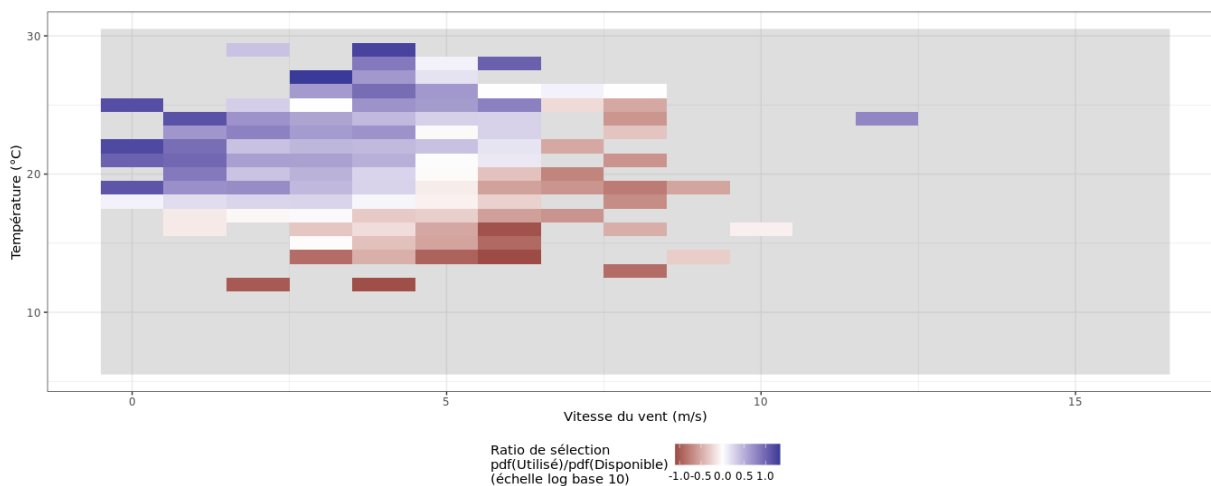


Figure 45 : Bilan sur les conditions météo sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : température et vitesse du vent) en 2021

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le site de Pierrefitte-ès-Bois et des activités de chiroptères associés, il ressort que l'utilisation du site par les chauves-souris en 2021 (en bleu) est majoritaire dans des gammes de vitesse de vent comprises entre 0 et 6 m/s et de température comprise entre 16 et 30°C.

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

En 2020 et 2021, les résultats des analyses croisées « activité des chauves-souris en fonction de la vitesse du vent et des températures » semblent montrer peu de variation.

Une relation marquée entre l'activité des chauves-souris et les vitesses de vent a été mise en évidence (mesurées à 95 m) :

- 90 % des contacts ont été enregistrés à des vitesses de vent inférieures à 5,7 m/s, quelques soit l'année suivi ;
- 75 % des contacts ont été enregistré à des vitesses de vent inférieures 4,3 m/s en 2020 et 4,5 m/s en 2021.

Une relation marquée entre l'activité des chauves-souris et la température a été mise en évidence (mesurée à 95 m) :

- Moins de 1 % des contacts a été enregistré en dessous de 10°C en 2020 et 13,5°C en 2021 ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des températures supérieures à 14°C en 2020 et 16,5°C en 2021.

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le site de Pierrefitte-ès-Bois et des activités de chiroptères associés, il ressort que l'utilisation du site par les chauves-souris (en bleu sur les Figures 43 et 45) est majoritaire dans des gammes de vents inférieurs à 6 m/s associé à des températures de plus de 14°C.

On note que de manière générale, plus la température est élevée, plus l'utilisation du site peut se faire à des vitesses de vents élevées.

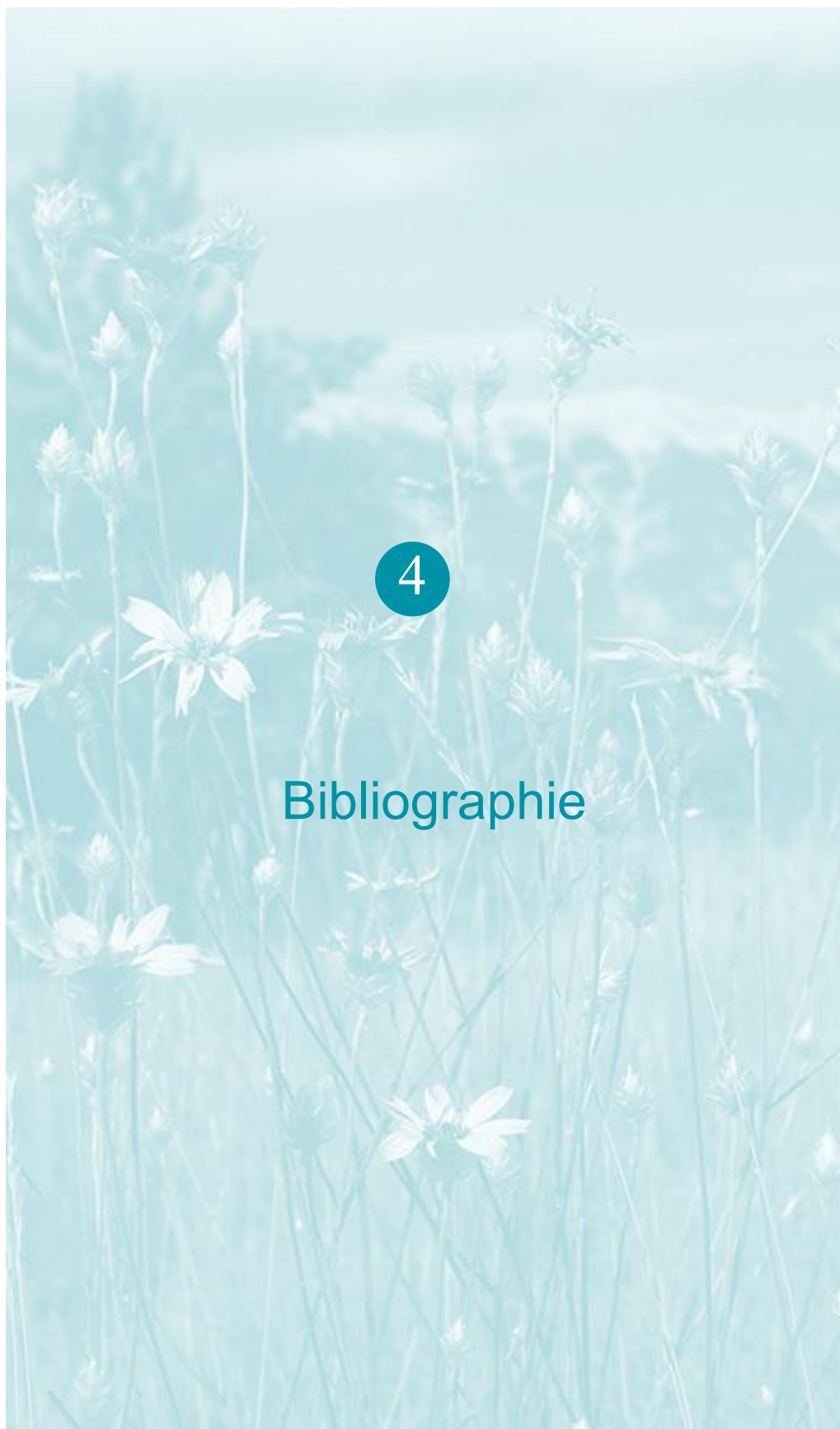
Suite aux résultats du suivi mortalité et du suivi de l'activité en altitude réalisé en 2020, il a été décidé en interne chez Total Energies Renouvelables de renforcer le plan de bridage initial afin de mieux répondre au besoin d'évitement des chiroptères (proche de 90 %) tout en étant cohérent avec les données météo. Celui-ci a été mis en place à partir du 15 avril 2021. Les paramètres de bridage sont détaillés dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Bridage mis en place à partir d'avril 2021 sur le parc de Pierrefitte-ès-Bois

Paramètres de bridage des 2 éoliennes	
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} avril au 31 octobre, correspondant à la principale période d'activité des chiroptères en altitude
Seuil de température	Par des températures supérieures à 14°C
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures à 6 m/s
Nombre d'heures durant la nuit	L'ensemble de la nuit

Lorsqu'on applique ces paramètres à l'activité des chauves-souris observées en 2020 et 2021, on peut voir que la proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par les arrêts machines en 2020 est de 89,2 % et 97,2% en 2021.

La proportion de contacts couverte en 2021 est à relativiser du fait de l'absence d'enregistrements en avril 2021 en comparaison à 2020.



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., 2015. Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. 3ème édition. Biotope / Publications scientifiques du MNHN. 344 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 Centre ed., Orléans. 504 p.
- ROEMER, 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.

4 Bibliographie

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

Site internet :

DURR, 2021 :

<https://lfu.brandenburg.de/lfu/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