



Parc éolien du Bois Louis, commune de Tournoisis (45)

EUROWATT
mars 2020

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



Citation recommandée	Biotope, 2019, Parc éolien du Bois Louis, commune de Tournois (45), Suivi de l'activité des chiroptères en altitude. EUROWATT. 39 p.	
Version/Indice	VF	
Date	mars 2020	
Nom de fichier	Bois_Louis_SuiviAlti_EUROWATT_BiotopeVF	
Référence dossier	2019258	
Maître d'ouvrage	Parc éolien du Bois Louis SAS	
Interlocuteurs	Victoria BICCHIERAY	Contact : Tél : 01 71 19 70 66 Tél : 06 38 71 13 22 v.bicchieray@eurowatt.com
Biotope, Rédaction de l'étude	Julien TRANCHARD	Contact : Tel : 02 38 61 07 94 jtranchard@biotope.fr
Biotope, Contrôleur qualité	Michaël GUILLON	Contact : Tel : 02 40 05 32 35 mguillon@biotope.fr

Avant-propos

Le parc éolien du Bois Louis a été mis en service en juin 2006.

La société EUROWATT a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien en 2019, ainsi que pour la réalisation d'une étude des chiroptères en nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018).

Une éolienne a été équipée d'un enregistreur automatique pendant toute la période d'activité des chauves-souris soit de mi-mai à fin octobre.

La méthode proposée est basée sur des enregistrements automatiques, à l'aide d'un détecteur automatisé, en continu et en altitude grâce à un micro positionné en nacelle.

Ce type de matériel stocke les signaux ultrasonores détectés sur carte mémoire. Les SM3BAT 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 pour ainsi mieux cerner le risque d'impact par collision ou barotraumatisme.

Sommaire

1	Contexte de l'étude et aspects méthodologiques	7
1	Contexte - Présentation du parc éolien et données historiques	8
1.1	Présentation du parc	8
1.2	Matériel de collecte de données	10
1.3	Identification acoustique	11
1.4	Méthode et qualification de l'activité chiroptérologique en hauteur	12
1.5	Limites méthodologiques	12
1.6	Acquisition des données météorologiques	13
1.7	Croisement des données	13
1.8	Équipe de travail	13
2	Synthèse et analyse des résultats	15
1	Analyses détaillées de l'activité des espèces de chiroptères contactées en hauteur	16
1.1	Espèces contactées	16
1.2	Abondance relative	17
1.3	Évolution de l'activité des chiroptères durant la période d'étude	20
1.4	Analyse de l'activité des chiroptères en fonction de l'heure	24
2	Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques	28
2.1	Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 80 m	28
2.2	Activité en fonction de la température mesurée à 80 m	30
3	Synthèse de l'écoute de l'activité des chiroptères	33
4	Bibliographie	36

Liste des tableaux

Tableau 1	: Paramètres d'enregistrement du SM3BAT	10
Tableau 2	: Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période	11
Tableau 3	: Équipe de travail	14
Tableau 4	: Statuts de protection et de patrimonialité des espèces de chiroptères recensées dans l'aire d'étude au cours des expertises menées en altitude.	17
Tableau 5	: Nombre de contacts/minutes positives obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces et part de ces contacts notés en altitude	18

Tableau 6 : Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des vitesses de vent et des hauteurs de vol	30
Tableau 7 : Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des températures et des hauteurs de vol	32

Liste des illustrations

Figure 1 : Boîtier positionné au sein de l'éolienne 2	8
Figure 2 : Éolienne 2	8
Figure 3 : Illustrations d'un SM3BAT	10
Figure 4 : Interface du logiciel SonoChiro	11
Figure 5 : Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage sur l'étude	13
Figure 6 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E2 (n = 337 contacts de 5 sec. et 167 min. pos.)	19
Figure 7 : 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).	20
Figure 8 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, durant la période de collecte des données.	20
Figure 9 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, durant les différents mois de mai à octobre.	21
Figure 10 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour la Pipistrelle commune, durant les différents mois de mai à octobre.	22
Figure 11 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour la paire Pipistrelle de Kuhl et de Nathusius, durant les différents mois de mai à octobre.	23
Figure 12 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les espèces du groupe des sérotules, durant les différents mois de mai à octobre.	24
Figure 13 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues durant les mois de mai à juillet.	25
Figure 14 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues durant les mois d'août à octobre.	25
Figure 15 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, de Pipistrelle commune et Noctule commune durant les mois d'août à octobre.	26
Figure 16 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre.	27
Figure 17 : Répartition des contacts pour la Noctule commune par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre.	27

Figure 18 : Répartition des contacts pour la Pipistrelle commune par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre.	28
Figure 19 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s).	29
Figure 20 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la vitesse du vent (m/s)	29
Figure 21 : Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C)	31
Figure 22 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la température (°C)	31
Figure 23 : 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)	34
Figure 24 : Bilan sur les conditions météo sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : température et vitesse du vent)	35

Tables des cartes

Carte 1 : Situation paysagère et disposition des éoliennes du parc éolien du Bois Louis	9
---	---

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 de Bois Louis se situe dans le département du Loiret (45), en région Centre-Val de Loire. Il est situé à environ 30 km au nord-ouest d'Orléans et à 135 km au sud de Paris.

Le parc, mis en service en juin 2006, comprend 5 éoliennes de type N90 (Nordex de 90 mètres de rotor), d'une puissance nominale de 2,3 MW. Ces éoliennes ont une hauteur de moyeu de 80 m et d'un rotor de 90 m de diamètre.

Le parc de Bois Louis se situe au sein d'une zone agricole intensive caractérisée par de grandes cultures céréalières. On peut toutefois recenser la présence de deux boisements, l'un entre les éoliennes E2 et E4, et l'autre à l'ouest de l'éolienne E3.

Le dispositif d'acquisition des données chiroptérologique est située sur l'éolienne n°2.



Figure 1 : Boîtier positionné au sein de l'éolienne 2 Figure 2 : Éolienne 2

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 SM3BAT (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 80 m de hauteur



Figure 3 : Illustrations d'un SM3BAT

1.2.1 Paramétrage du SM3BAT

Les paramètres d'enregistrement du SM3BAT sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Paramètres d'enregistrement du SM3BAT

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.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.2.2 Efforts d'échantillonnage

Les données analysées en détail concernent la période du 05 mai 2019 au 31 octobre 2019 soit 179 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 sur l'ensemble de la période

Mois	Nombre de nuits exploitables sur les microphones
Mai	26
Juin	30
Juillet	31
Aout	31
Septembre	30
Octobre	31
TOTAL	179

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 (Yves Bas 2011). 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 ultrasons émis par les chiroptères) qui sont attribués à l'espèce ou au groupe d'espèces selon la méthode d'identification acoustique de Michel BARATAUD (1996, 2002, 2007 et 2012) et du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris 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 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

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 micros 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 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'enjeux.

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. Ici, les petits murins sont inclus dans le groupe des *Petits Myotis*.

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. À 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 (*Myotis*, pipistrelles, etc.) sont détectables entre 10 et 30 m.

1.5.2 Représentativité des inventaires

Compte-tenu de ce suivi de 179 nuits, 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 2019 atteint ce seuil et peut donc être considérée comme représentative.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

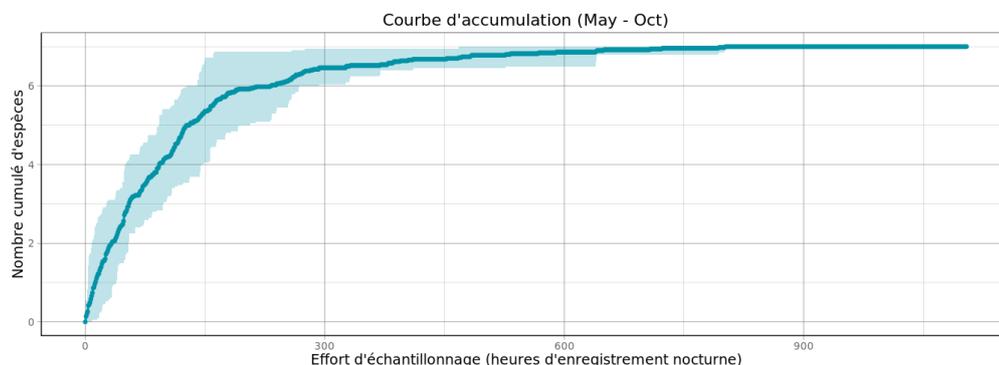


Figure 5 : Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage sur l'étude

1.6 Acquisition des données météorologiques

Les données météorologiques ont été transmises par la société Eurowatt. Elles ont été acquises à l'aide des sondes météorologiques installées sur la nacelle de l'éolienne n°2.

- La vitesse du vent est mesurée à 83,5 m de haut ;
- La température est enregistrée à 83,5 m de haut ;
- Les données sont enregistrées toutes les 10 minutes.

La période analysée correspond à la période durant laquelle un suivi de l'activité des chiroptères a été réalisée en altitude soit, dans le cas présent, un total de 179 nuits :

- Les enregistrements conservés couvrent uniquement la période nocturne.

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 à ~80 m ;
- La température à ~80 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 3).

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Tableau 3 : Équipe de travail

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

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 (179 nuits exploitables entre le 05 mai 2019 et le 31 octobre 2019), 337 contacts de 5 secondes ou 167 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 regroupe à l'heure actuelle 25 espèces de chauves-souris sur les 35 espèces connues en France.

Au cours de cette étude menée sur la nacelle de l'éolienne n°2, plusieurs espèces ont été identifiées comme présentes (6 espèces). Les espèces identifiées sont les suivantes : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl, la Sérotine commune, la Noctule de Leisler et la Noctule commune.

En plus de ces espèces, 2 groupes d'espèces ont également été mis en évidence. Ils correspondent à des contacts n'ayant pas pu être déterminé jusqu'à l'espèce par cette méthode d'inventaire.

Les groupes d'espèces contactés sont :

- Le groupe Sérotine indéterminées / Noctules indéterminées – *Eptesicus serotinus* / *Eptesicus nilsonii* / *Vespertilio murinus* / *Nyctalus sp* ;
- Le groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius - *Pipistrellus kuhlii* / *Pipistrellus nathusii*.

Au total, **6 espèces de chauves-souris** ont été contactées avec certitude au niveau de l'éolienne E2, 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.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 4 : Statuts de protection et de patrimonialité des espèces de chiroptères recensées dans l'aire d'étude au cours des expertises menées en altitude.

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge France	Liste rouge Centre-Val de Loire
	Arrêté du 23 avril 2007	Directive « Habitats- Faune-Flore » (92/43/CEE)	La liste rouge des espèces menacées en France (IUCN & MNHN, 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
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	Art.2	AIV	NT	LC
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	Art.2	AIV	NT	NT
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	Art.2	AIV	VU	NT

1.2 Abondance relative

Certains contacts, n'offrant pas la possibilité d'identifier l'espèce avec certitude, ont été rattachés à des groupes d'espèces :

- Le groupe « Sérotules » regroupant la Sérotine commune, la Noctule commune et la Noctule de Leisler. Ces espèces sont très proches acoustiquement et sont uniquement différenciables dans certaines conditions de vol ;
- Le groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius : ces espèces sont souvent difficilement identifiables avec certitude acoustiquement et seules certaines conditions de vol permettent de faire cette différence.

Le tableau ci-après présente les nombres de contacts obtenus par espèce lors des expertises :

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 5 : Nombre de contacts/minutes positives obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces et part de ces contacts notés en altitude

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>	74	21,96 %	39	23,64 %
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	43	12,7 %	16	9,70 %
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	16	4,75 %	10	6,06 %
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	10	2,97 %	5	3,03 %
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	12	3,56 %	12	7,27 %
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	142	42,14 %	56	33,94 %
Groupe Sérotine indéterminées / Noctules indéterminées	37	10,98 %	26	15,76 %
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius	3	0,89 %	3	1,82 %
Total	337	-	167	-

L'analyse réalisée montre que :

- La Noctule commune **domine le peuplement chiroptérologique avec 42 à 34 % du total des contacts obtenus (en fonction de la méthode de calcul)**. Cette espèce est classiquement très fortement représentée en altitude.
- La Pipistrelle commune **est également bien présente avec 21 à 23 % du total des contacts obtenus**. Cette espèce vole régulièrement en altitude et fait partie des espèces les plus régulièrement découverte au cours des suivis mortalités.
- La Noctule de Leisler est une espèce classiquement très présente en altitude. Elle a toutefois été peu observée sur ce site avec 3 à 7 % des contacts.
- La Pipistrelle de Kuhl représente entre 9 % et 12 % de l'activité totale. Cette espèce présente également une propension à voler en altitude non négligeable.
- La Pipistrelle de Nathusius est peu contactée de façon avérée avec des pourcentages de l'ordre de 2 à 4 % de l'activité totale.
- La Sérotine commune représente entre 2 et 3 % de l'activité globale.

2 Synthèse et analyse des résultats

Sur l'ensemble des périodes d'enregistrements effectuées dans le cadre de cette étude, 167 minutes positives de chiroptères ont été enregistrés au niveau de la nacelle de l'éolienne E2 du parc de Bois Louis, sur un total de 179 nuits d'échantillonnage. On obtient une **moyenne de minutes positives par nuit inférieure à 1**.

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 faible 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 par nuit.

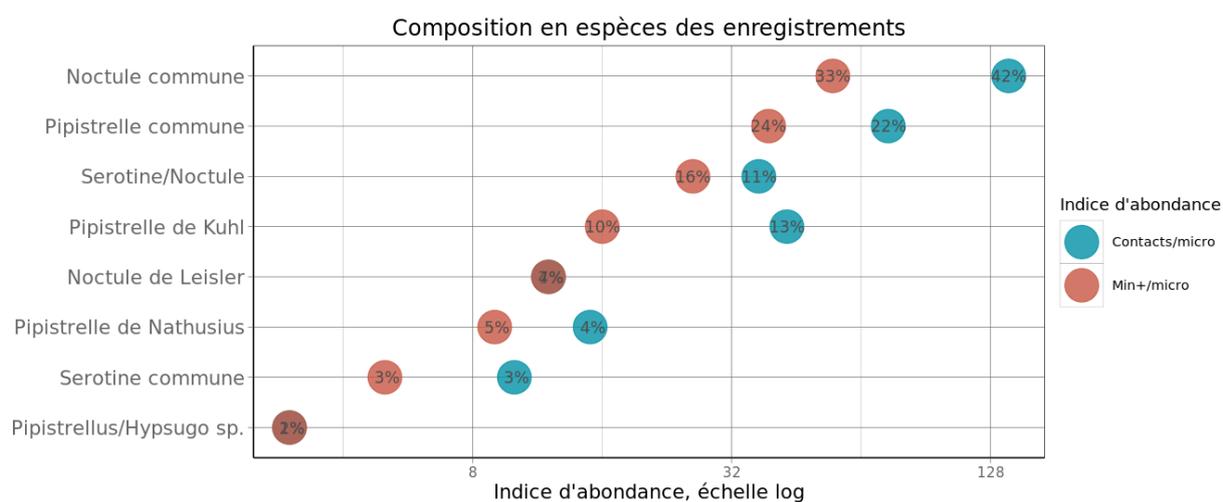


Figure 6 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E2 (n = 337 contacts de 5 sec. et 167 min. pos.)

2 Synthèse et analyse des résultats

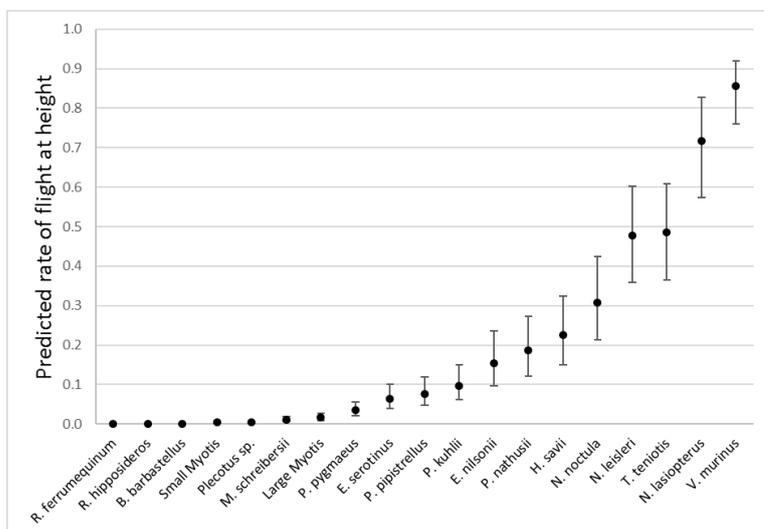


Figure 7 : Proportion de vol en altitude prédite pour différentes espèces à partir d'un modèle linéaire généralisé mixte (GLMM) avec l'espèce et la hauteur médiane des microphones en effet fixe (pour contrôler leur effet) et le site niché dans le groupe de sites comme effet aléatoire (Roemer, 2018).

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.

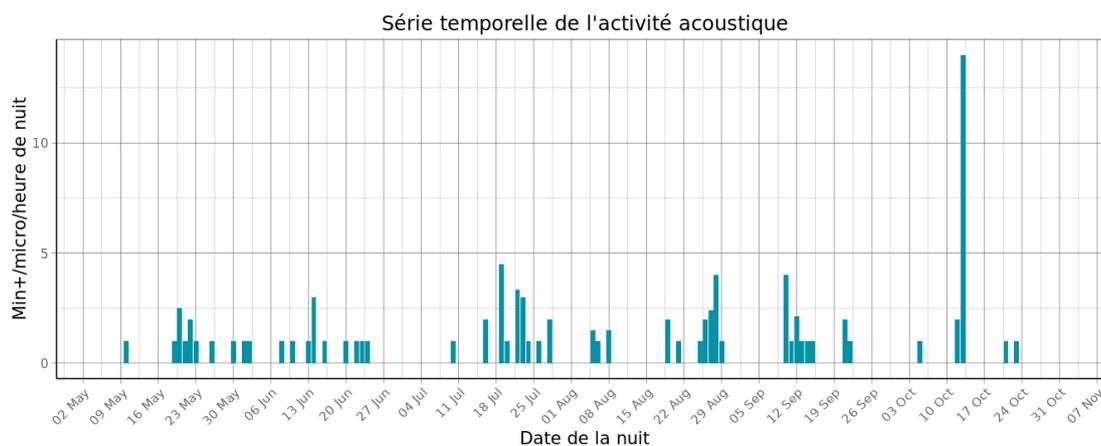


Figure 8 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, durant la période de collecte des données.

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.

La période de transition printanière (mai à mi-juin) a connu une activité plus modérée.

En période estivale (mise-bas et estivage : mi-juin à mi-août) cette activité augmente significativement. Elle reste sensiblement identique sur la période automnale.

La distribution d'activité est classiquement plus marquée en fin période estivale / automne.

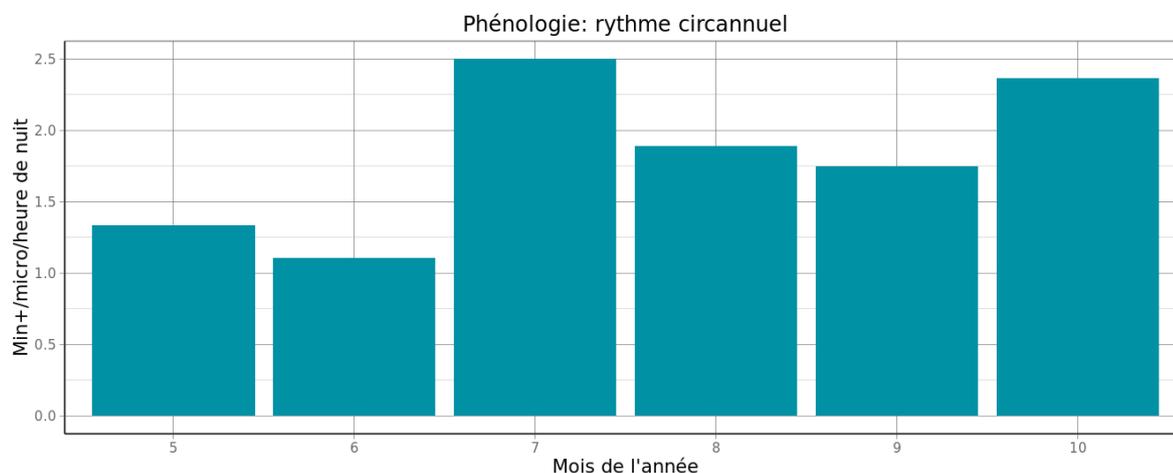


Figure 9 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, durant les différents mois de mai à octobre.

Pipistrelle commune (Pipistrellus pipistrellus)

Pour rappel, la **Pipistrelle commune** représente 24 à 22 % du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris.

Elle montre un schéma d'activité relativement constant tous au long de l'année avec un pic d'activité observé en octobre.

2 Synthèse et analyse des résultats

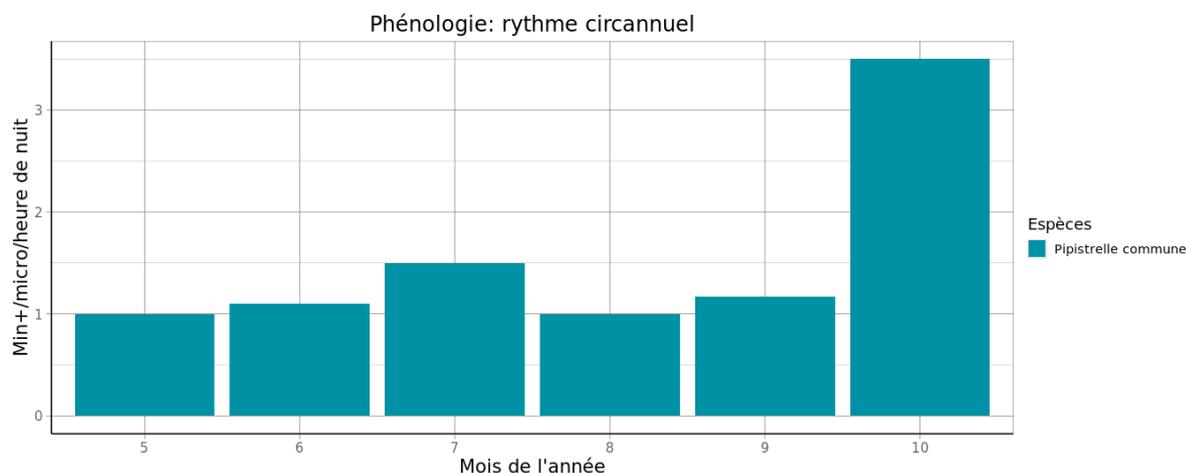


Figure 10 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour la Pipistrelle commune, durant les différents mois de mai à octobre.

Paire Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius

Il est à noter que ces espèces n'ont pas été observées durant le mois d'août, au niveau de l'éolienne E2.

- Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)

Pour rappel, la **Pipistrelle de Nathusius** représente entre 5 et 4 % du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris.

La Pipistrelle de Nathusius a été contactée de façon certifiée en mai, juillet et entre septembre et octobre. L'activité est globalement homogène sur les mois de présence de l'espèce.

- Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*)

Pour rappel, la **Pipistrelle de Kuhl** représente entre 10 et 13 % (en fonction du mode de calcul) du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris.

L'activité constatée sur la période de collecte de données est très hétérogène dans le temps avec un premier pic marqué en juillet, puis un second encore plus fort en octobre.

- Paire d'espèces des pipistrelles « KuhlNat » (Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Nathusius)

Pour rappel, la **paire Pipistrelle de Kuhl/Nathusius** représente moins de 2 % du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris.

2 Synthèse et analyse des résultats

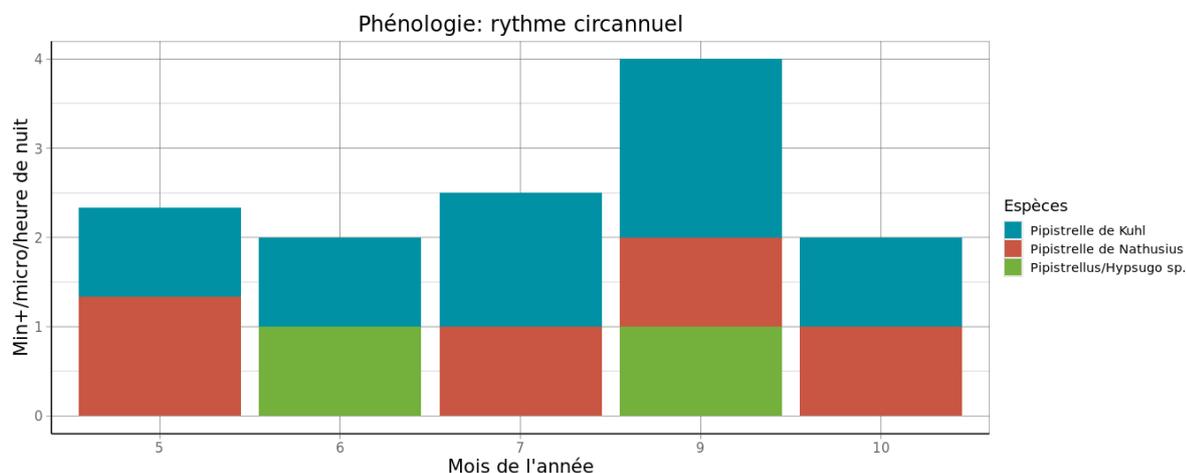


Figure 11 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour la paire Pipistrelle de Kuhl et de Nathusius, durant les différents mois de mai à octobre.

Groupe des sérotules (Sérotine commune, Noctule de Leisler et Noctule commune)

- Sérotine / Noctules

Pour rappel, **le groupe des Sérotine /Noctules représente 16 et 11 % du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris.**

Il est difficile de fournir des analyses détaillées de l'activité mesurée des espèces appartenant aux groupes des sérotules (groupe comprenant les signaux non identifiés de la Sérotine commune, la Noctule de Leisler et la Noctule commune).

L'activité est concentrée sur les mois de mai / juin et juillet / août.

- Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)

Pour rappel, **la Sérotine commune représente environ 3 % du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris. Cette espèce a été contactée entre juin et septembre.**

L'espèce a été identifié uniquement en août et septembre.

- Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)

Pour rappel, **la Noctule de Leisler représente entre 4 et 7 % du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris.**

Cette espèce de haut vol est présente de manière constante sur l'ensemble des mois excepté sur le mois de juillet, où l'espèce n'a pas été observée. On ne note pas de pics d'activité particuliers.

- Noctule commune (*Nyctalus nyctalus*)

Pour rappel, **la Noctule commune représente entre 33 et 42 % du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris et est l'espèce la plus abondante sur le site.**

2 Synthèse et analyse des résultats

Cette espèce de haut vol est bien représenté sur le parc éolien du Bois Louis, entre les mois de juin et octobre. On note de forts pics d'activité, en juillet et en octobre. Cette dernière période comprend la phase de migration chez cette espèce.

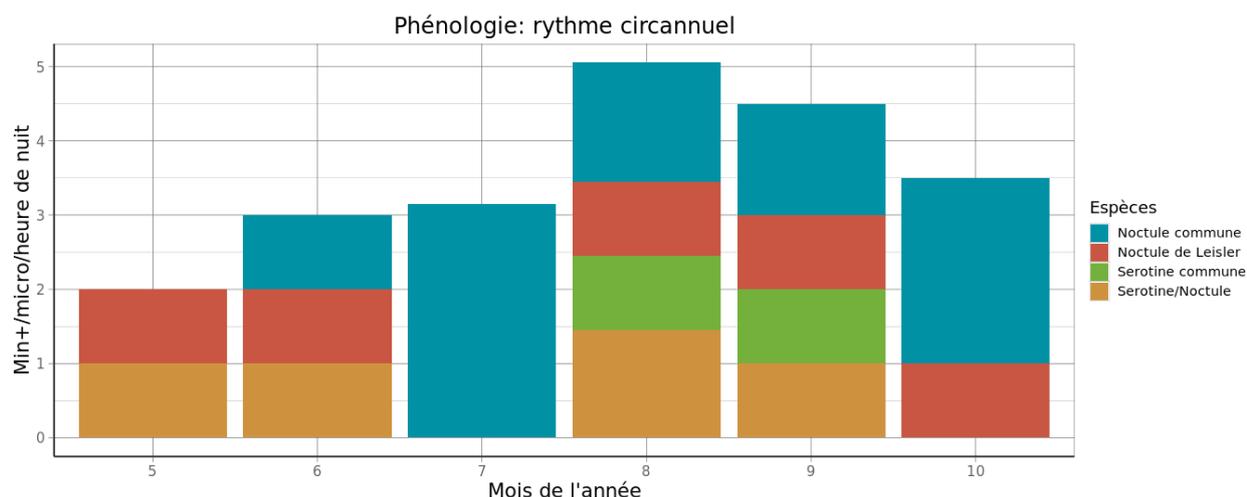


Figure 12 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les espèces du groupe des sérotules, durant les différents mois de mai à octobre.

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 **167 minutes positives exploitables sur les différentes périodes d'enregistrement.**

- Phénologie d'activité entre mai et juillet

Sur les mois de mai à juillet, l'activité des chauves-souris est visible sur l'ensemble de la nuit. Elle est plus importante durant la première heure mais ne disparaît pas totalement au cours de la nuit.

2 Synthèse et analyse des résultats

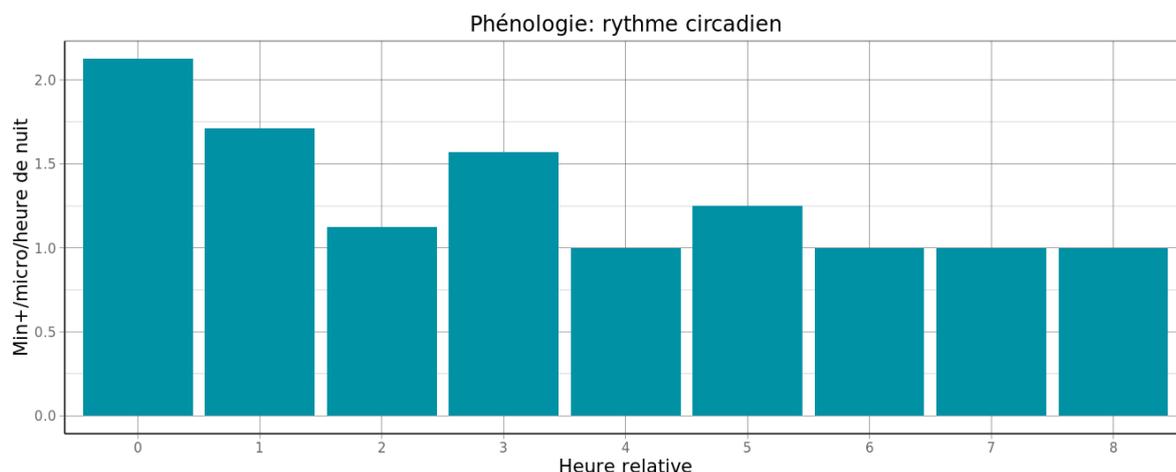


Figure 13 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues durant les mois de mai à juillet.

- Phénologie d'activité entre août et octobre

Sur ces trois mois, l'activité est également visible tout au long de la nuit. Néanmoins, un pic plus important en deuxième partie de la nuit est visible. Cette activité plus tardive peut être liée à la présence de gîte à proximité ou de passage migratoire. Les deux espèces montrant ces taux d'activité plus tardif sont la Pipistrelle commune et la Noctule commune.

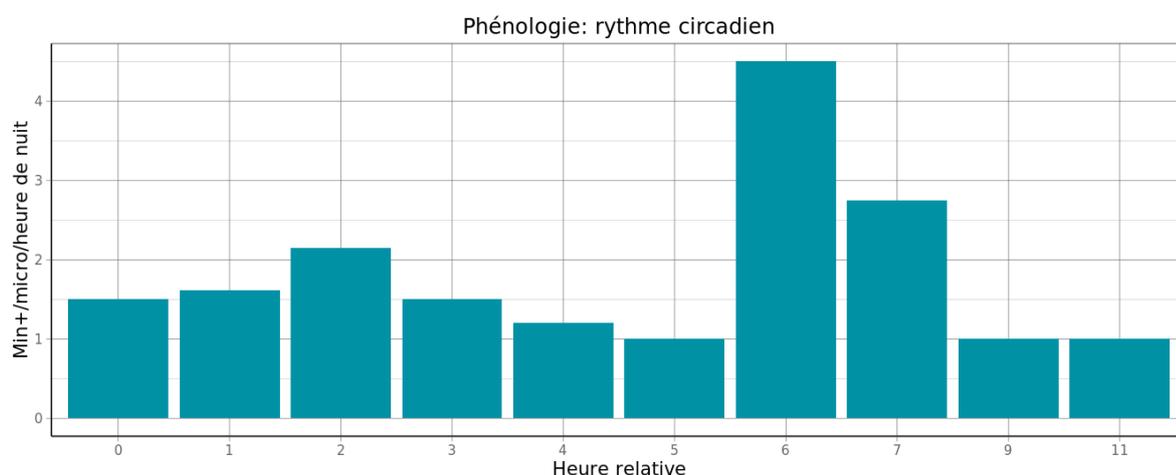


Figure 14 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues durant les mois d'août à octobre.

2 Synthèse et analyse des résultats

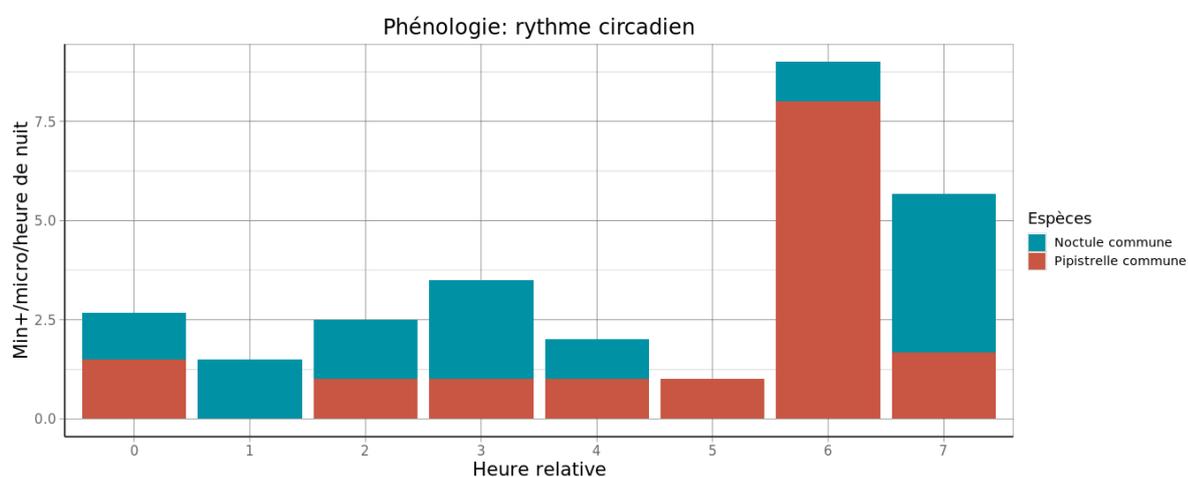


Figure 15 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, de Pipistrelle commune et Noctule commune durant les mois d'août à octobre.

- Bilan phénologique annuel

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

Si on examine dans le détail l'activité des chauves-souris sur l'ensemble des nuits (voir figures ci-après), les pics d'activité sont observés généralement en début de nuit. Mais ponctuellement, on observe des pics d'activité en milieu ou fin de nuit, toutes espèces confondues.

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

Les graphiques suivants présentent l'activité, toutes espèces confondues. Dans les actogrammes, la zone en violet correspond à la nuit.

2 Synthèse et analyse des résultats

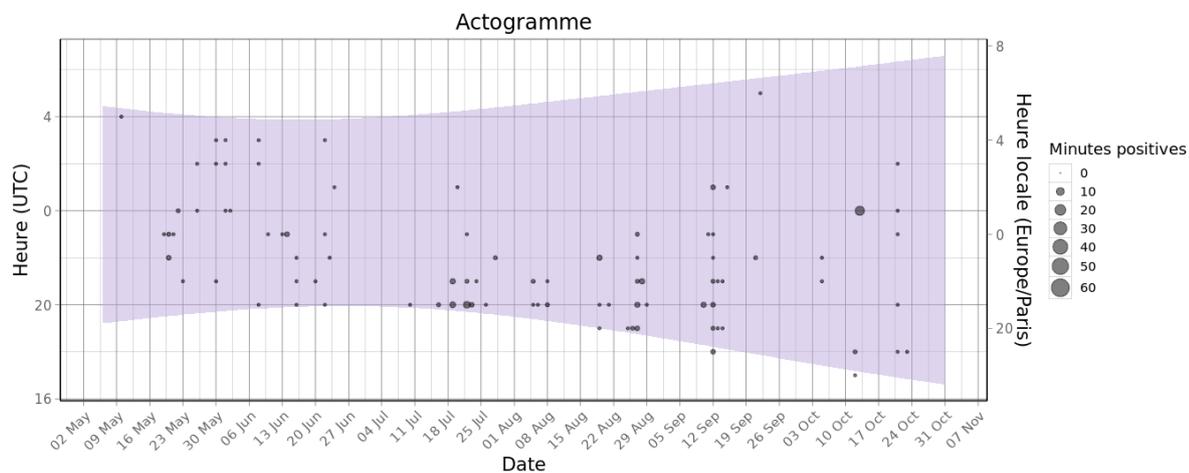


Figure 16 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre.

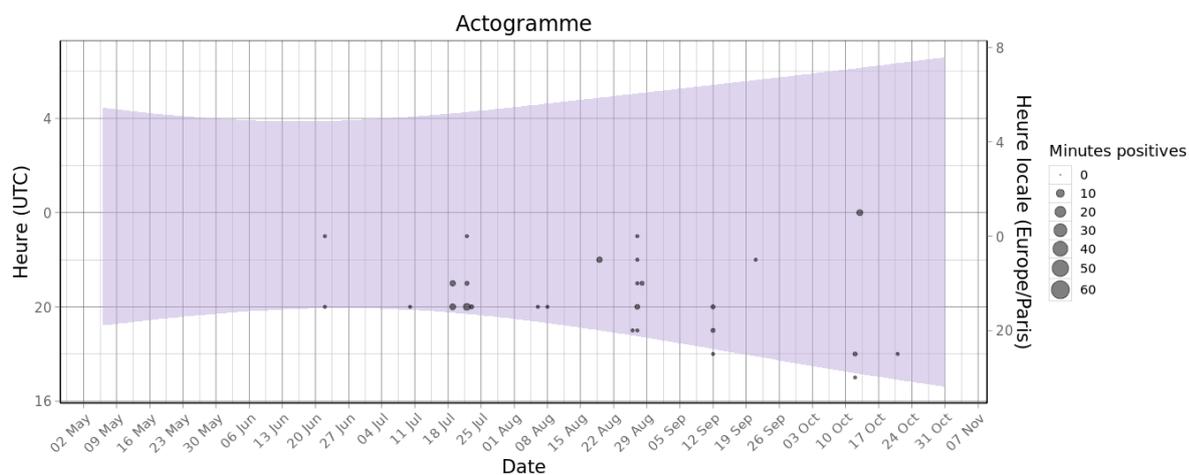


Figure 17 : Répartition des contacts pour la Noctule commune par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre.

2 Synthèse et analyse des résultats

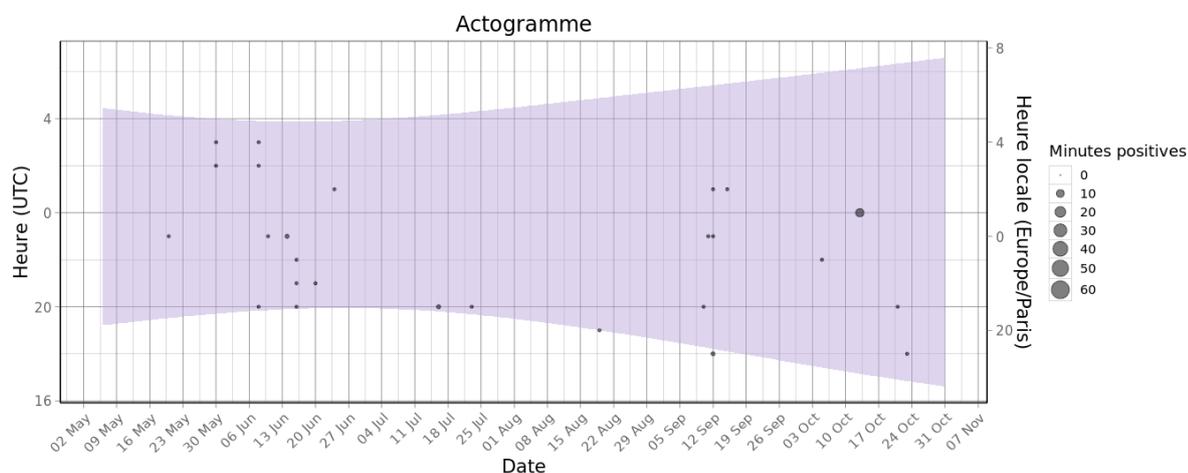


Figure 18 : Répartition des contacts pour la Pipistrelle commune par nuit et par tranche horaire, entre mai et octobre.

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 80 m

Au cours des périodes d'analyses qui s'étendent de mai à novembre 2019, 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 21 m/s. La moyenne des vent observées est de 6,4 m/s et la médiane est à 6,5 m/s.

L'échantillonnage est important pour les vitesses de vent comprises entre 2 et 11 m/s. Entre 0 et 1 m.s-1 et au-delà de 11 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).

Le graphique ci-dessous dresse un bilan des vitesses de vent observées au niveau du mât de mesure = conditions disponibles en bleu.

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction du vent (m/s) sur le site de Bois Louis, obtenue au niveau de la nacelle (80 m) et durant les 179 nuits de l'étude. Les résultats sont présentés sous deux graphiques différents montrant soit la densité des valeurs par classe de vent (fonction de densité – pdf) soit

2 Synthèse et analyse des résultats

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

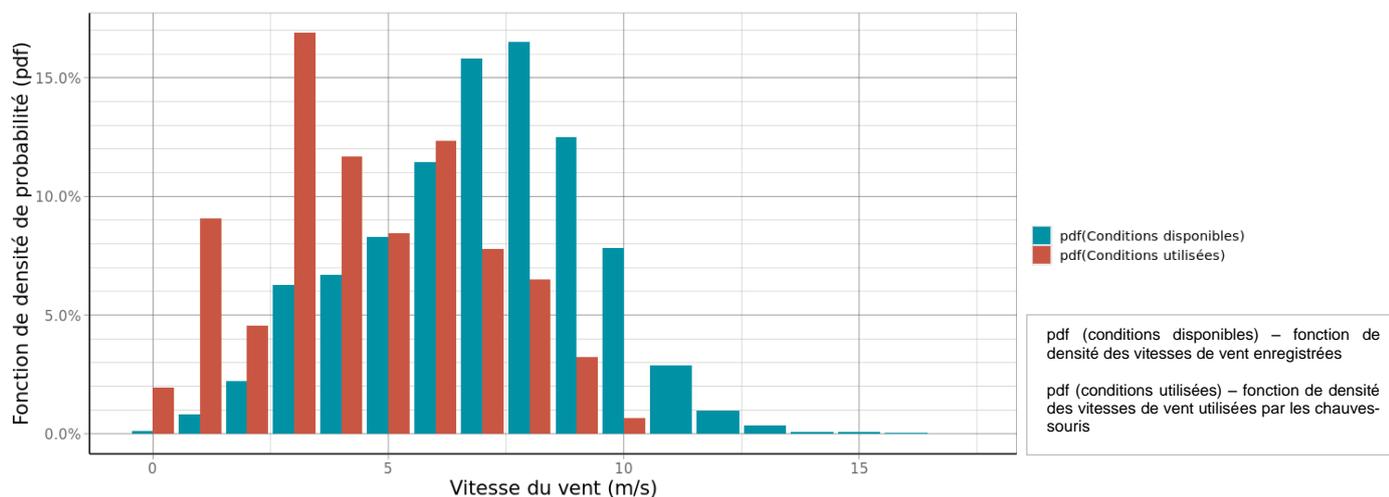


Figure 19 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s).

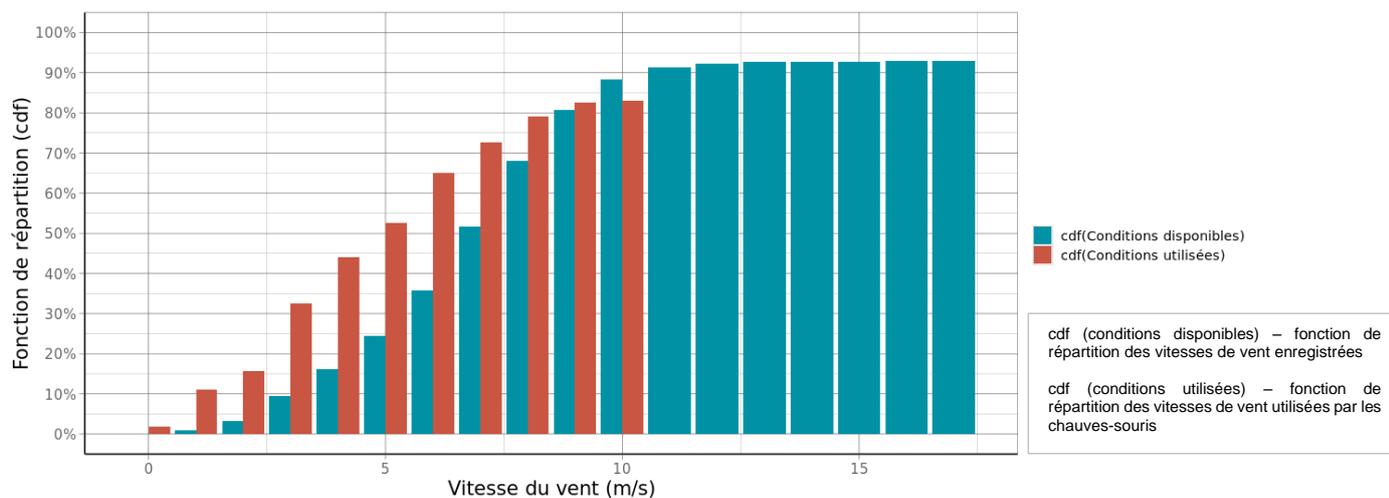


Figure 20 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la vitesse du vent (m/s)

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

2 Synthèse et analyse des résultats

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.

Tableau 6 : Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des vitesses de vent et des hauteurs de vol

Vitesse de vent (en m/s à 80 m) en-dessous de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts ciblés						
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Ensemble des min. pos.	5,1 m/s	7,5 m/s	10,5 m/s	10,5 m/s	10,5 m/s	10,5 m/s

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

L'ensemble des activités en altitude, recensées pour chaque espèce en fonction de la vitesse du vent mesurée à 83,5 m, permet de ressortir les principales informations suivantes :

- 90 % de l'activité supérieur à la médiane a été mesurée à des vitesses de vent inférieures à 10,5 m/s ;

- 75 % de l'activité supérieur à la médiane a été mesurée à des vitesses de vent inférieures 7,5 m/s ;

- 50 % de l'activité supérieur à la médiane a été mesurée à des vitesses de vent inférieures à 5,1 m/s.

2.2 Activité en fonction de la température mesurée à 80 m

Au cours des périodes d'analyse qui s'étend de mai 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 8 à 36°C.

L'échantillonnage est globalement important pour les températures comprises entre 11 et 24°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).

Le graphique ci-dessous dresse un bilan des températures observées au niveau de la nacelle = conditions disponibles en bleu.

Les graphiques suivants présentent également la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction de la température sur le site de Bois Louis, obtenue au-dessus au niveau de la nacelle (80 m) et durant 179 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

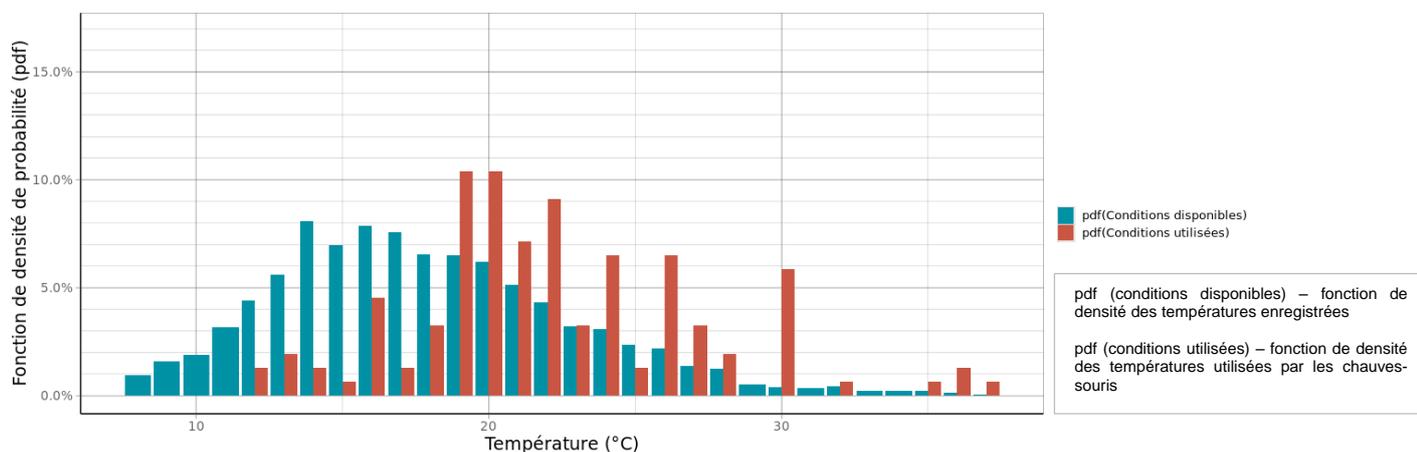


Figure 21 : Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°C)

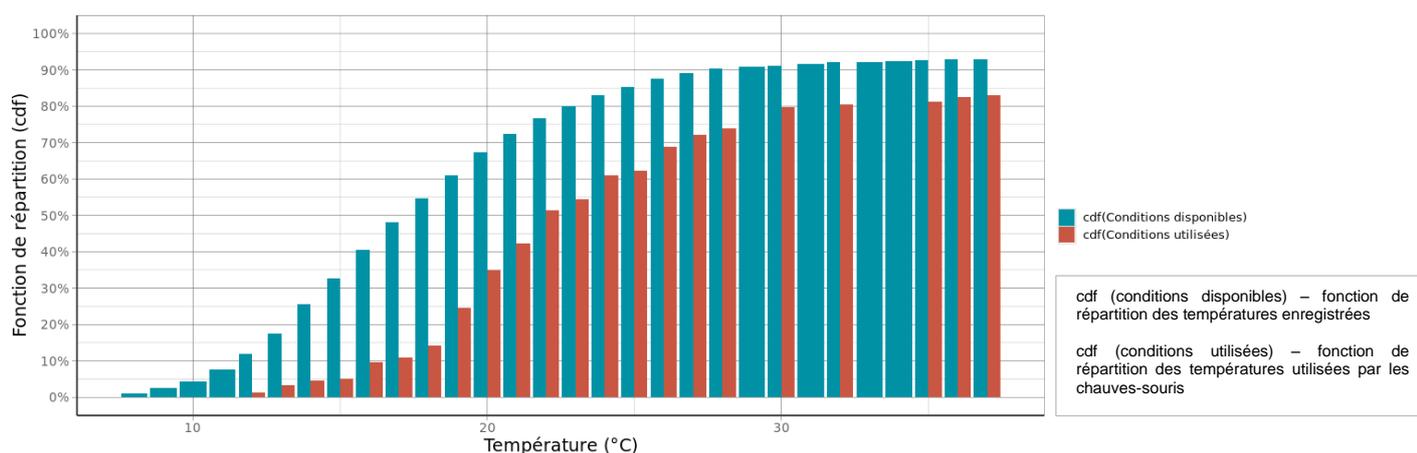


Figure 22 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la température (°C)

Les chauves-souris utilisent majoritairement les plages disponibles au-delà de 12°C.

Sous cette température et malgré l'importance de la disponibilité en plages temporelles, les activités sont faibles.

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.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 7 : 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 %
Ensemble des min. pos.	22,4°C	19,7°C	18,2°C	16,4°C	15,1°C	12,3°C

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

L'ensemble des activités en altitude (au-dessus de la médiane), recensées pour chaque espèce en fonction de la température (à 83,5m) permet de tirer les informations suivantes :

- 90 % de l'activité supérieur à la médiane a été enregistrée à des températures supérieures à 16,4°C ;

- 75 % de l'activité supérieur à la médiane a été enregistrée à des températures supérieures à 19,7°C ;

- 50 % de l'activité supérieur à la médiane a été enregistrée à des températures supérieures à 22,4°C.

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.

L'étude a fait l'objet de plus de 6 mois d'analyse soit **179 nuits exploitables**. Un dispositif d'enregistrement automatique (SM3Bat) équipé d'un micro a été placé à 80 m au sein de la nacelle de l'éolienne n°2 du parc éolien du Bois Louis (Loiret).

Au total, 6 espèces de chauves-souris ont été contactées avec certitude au niveau de l'éolienne E2.

Les enregistrements ont permis l'identification de **6 espèces avérées, et 2 groupes d'espèces**. Ce qui représente 24 % des 25 espèces présentes en région Centre-Val de Loire. Il s'agit d'une diversité moyenne pour le département du Loiret, mais sous-estimée en l'absence de microphone positionné à proximité du sol.

L'activité en altitude enregistrée 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.

Les expertises réalisées ont montré que :

- **La Noctule commune domine le peuplement chiroptérologique avec 42 à 34 % du total des contacts obtenus** (en fonction de la méthode de calcul). Cette espèce est classiquement très fortement représentée en altitude.
- **La Pipistrelle commune est également bien présente avec 21 à 23 % du total des contacts obtenus**. Cette espèce vole régulièrement en altitude et fait partie des espèces les plus régulièrement découverte au cours des suivis mortalités.

La phénologie annuelle montre une activité relativement homogène au cours du temps, avec une activité plus importante sur les enregistrements compris entre juillet et octobre. Le site semble un peu moins occupé en période de transition printanière.

La nuit, l'activité des chauves-souris est répartie sur l'ensemble de la nuit, on n'observe pas de relations marquées entre l'activité des chauves-souris et l'heure après le coucher du soleil. Sur les mois d'août à octobre des pics d'activité en deuxième partie de nuit sont quand même présents.

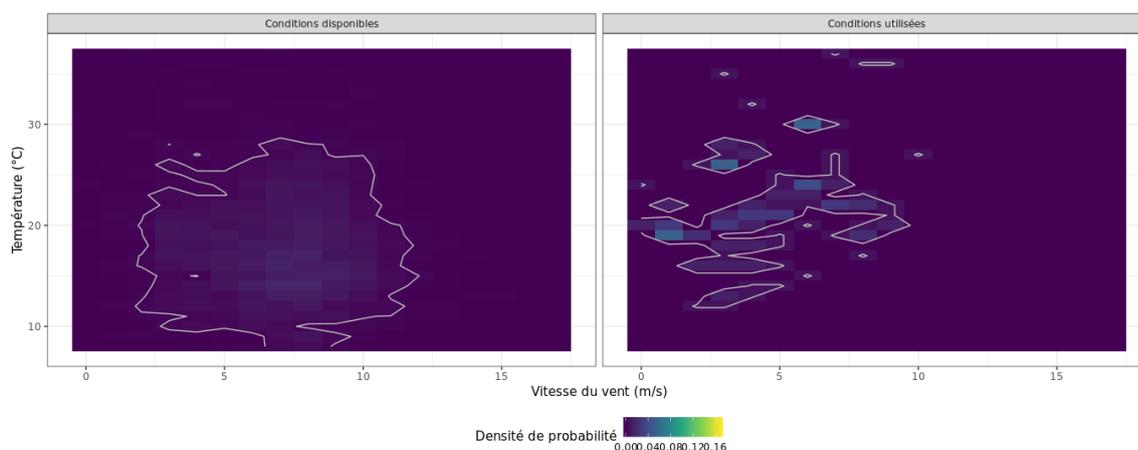


Figure 23 : Météo enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météo utilisées par les chauves-souris à droite (l'enveloppe délimite 90 % de la proportion de point demandée)

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

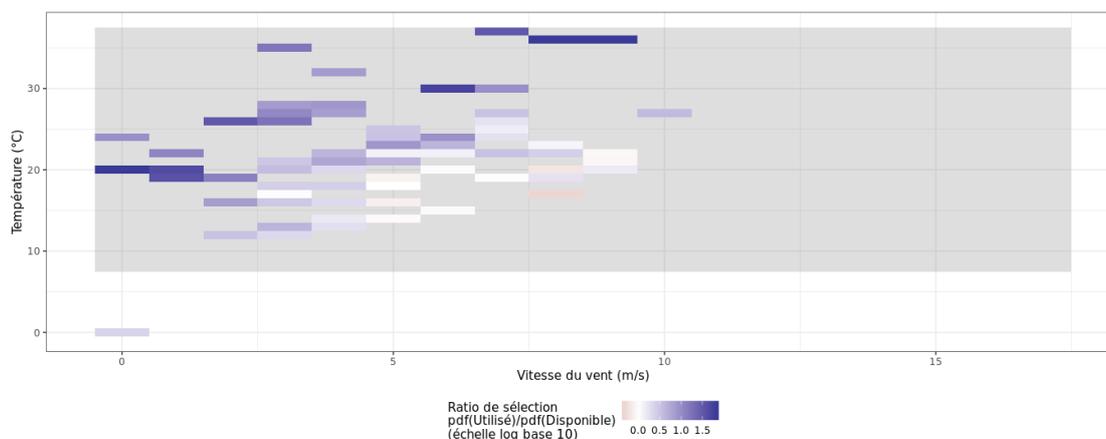


Figure 24 : Bilan sur les conditions météo sélectionnées par les chauves-souris sur le site (2 variables : température et vitesse du vent)

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le site de Bois Louis et des activités de chiroptères associés, il ressort que l'utilisation du site par les chauves-souris (en bleu) est majoritaire dans des gammes de température comprise dans un nuage de 12°C à 36°C et de vitesse de vent comprises entre 0 et 9 m/s.

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

Une relation marquée entre l'activité des chauves-souris et les vitesses de vent a été mise en évidence (mesurées à 80 m) :

- 100 % des contacts ont été enregistrés à des vitesses de vent inférieures à 10,5 m/s ;
- 75 % de l'activité au-dessus de la médiane a été enregistré à des vitesses de vent inférieures 7,5 m/s.

On observe une propension des individus à voler à des vitesses de vents jugées faibles à modérées sur ce site comparativement à d'autres sites du quart nord-ouest de la France.

Une relation marquée entre l'activité des chauves-souris et la température a été mise en évidence (mesurée à 80 m) :

- 100 % des contacts ont lieu à des températures comprises entre 12°C et 36,7°C ;
- Moins de 1 % des contacts a été enregistré en dessous de 12,3°C ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistré à des températures supérieures à 16,4°C.

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le site de Bois Louis et des activités de chiroptères associés, il ressort que l'utilisation du site par les chauves-souris (en bleu sur la figure 23) est majoritaire dans des gammes de vents inférieurs à 7 m/s associé à des températures de plus de 17°C.

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

4

Bibliographie

4 Bibliographie

ANDRE, Y. 2004. Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort. 20 p.

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. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, 544 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.

BROWN R. ET AL. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.

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>.

DIETZ, C. ET VON HELVERSEN, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.

ERICKSON, W.P.; JOHSON, G.D.; STRICKLAND, M.; KRONNER, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.

FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.

FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.

GAULTIER, S.P., MARX, G., & ROUX, D., 2019. Éoliennes et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. Office national de la chasse et de la faune sauvage/LPO. 120 p. https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf

HARTER N. 2015. Eoliennes et mortalité des chiroptères : synthèse des résultats du suivi d'une quinzaine de parcs éoliens en Champagne-Ardenne. Rencontre chiroptères Grand-Est, Saint-Brisson, 16-18 octobre 2015. 15p.

HUSO, M. 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses – Environmetrics, DOI: 10.1002/env.1052. 19 p.

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.

KORNER-NIEVERGELT, Fränzi, KORNER-NIEVERGELT, Pius, BEHR, Oliver, et al. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildlife Biology, vol. 17, no 4, p. 350-363.

4 Bibliographie

KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN, R., NIERMANN, I. & BEHR, O. (2013). Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. PLoS ONE 8(7), e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997.

KORNER-NIEVERGELT F, BEHR O, BRINKMANN R, ETTERSON MA, HUSO MM, DALTHORP D, KORNER-NIEVERGELT P, ROTH T and NIERMANN I (2015). "Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial." Wildlife Biology, pp. 30-43.

MARCHESI, P., BLANT, M. ET CAPT, S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE (MEDDE), 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre, Novembre 2015, 40p.

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.

SVENSSON L. (2014). Le guide ornitho, le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé. 448 p.

Site internet :

DURR, 2019 : <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>



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