



EOLE MOUSTERMEUR

Suivi de l'activité des chiroptères en altitude sur le parc éolien de Kergrist Moëlou

KERGRIST MOELOU (22)

EOLE MOUSTERMEUR

Activité des chiroptères en nacelle en 2019

Octobre 2020

Citation recommandée	Biotope, 2019, KERGRIST MOELOU (22),.EOLE MOUSTERMEUR.	
Version/Indice	V0	
Date	29/04/2020	
Nom de fichier	EOL_ENERCON_KERGRISTMOELOU_2019_alti_chiro_V0.docx	
N° de contrat	20181036-1	
Maître d'ouvrage	EOLE MOUSTERMEUR	
Interlocuteur	Adrien DANIEL Responsable de projet	Contact : Mail : Adrien.Daniel@enercon.de Téléphone : 06 40 91 88 04
Biotope, Responsable du projet	Julien MEROT	Contact : Mail : jmerot@biotope.fr Téléphone : 02 40 05 32 30
Biotope, Responsable de qualité	Florian LECORPS	Contact : Mail : flecorps@biotope.fr Téléphone : 02 40 05 32 30

Introduction

Conformément au protocole de suivi environnemental (mise à jour 2018), une éolienne a été équipée d'un enregistreur automatique pendant toute la période d'activité des chauves-souris soit de **mi-avril à mi-novembre**.

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	5
2 MATERIEL ET METHODES	5
2.1 Localisation du site d'étude	5
2.2 Matériel de collecte de données	7
2.3 Identification acoustique	8
2.4 Méthode et qualification de l'activité chiroptérologique en hauteur	8
2.5 Limites méthodologiques	8
2.6 Acquisition des données météorologiques	9
2.7 Equipe de travail	10
3 ANALYSES DETAILLEES DE L'ACTIVITE DES ESPECES DE CHIROPTERES CONTACTEES EN HAUTEUR	11
3.1 Espèces contactées	11
3.2 Abondance relative	11
3.3 Comparaison des résultats avec les résultats existants	12
3.4 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en fonction de la période	12
3.5 Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction de l'heure	14
3.6 Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques	15
4 SYNTHESE DE L'ECOUTE DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES EN NACELLE 201918	
5 BIBLIOGRAPHIE	19

Liste des tableaux

Tableau 1 Paramètres d'enregistrement du SM3BAT	7
Tableau 2 Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois sur l'ensemble de la période	7
Tableau 3 Equipe de travail	10
Tableau 4 Statuts de protection et de patrimonialité des espèces de chiroptères recensées dans l'aire d'étude immédiate au cours des expertises menées en altitude.	11
Tableau 5 Nombre de contacts/minutes positives obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces et part de ces contacts notés en altitude	11
Tableau 6 Comparaison de l'occurrence (nombre de nuits où l'espèce est présente) en fonction des hauteurs suivies pour les espèces de hauts vols. Référentiel Actichiro, Haquart, 2017.	12
Tableau 7 Durées après le coucher du soleil durant lesquelles ont été collectées différents pourcentages des activités enregistrées	15
Tableau 8 Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des vitesses de vent	16
Tableau 9 Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des températures	17

Liste des illustrations

Figure 1 Illustrations de l'environnement autour du dispositif d'écoute en altitude de l'éolienne n°14 sur la commune de Kergrist-Moëloc	5
Figure 2 Illustrations du positionnement micro en nacelle	5
Figure 3 Illustrations d'un SM3BAT et de la protection du microphone	7
Figure 4 Interface du logiciel SonoChiro	8
Figure 5 : Synthèse des niveaux d'activité observés sur des mâts de mesure entre 2011 et 2016 en France et Belgique. (Haquart, A. 2017 – Reference scale of activity levels for microphones installed on winds masts in France and Belgium)	8
Figure 6 Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage sur l'étude	9
Figure 7 : Activité journalière, toutes espèces confondues, durant la période de collecte des données.	12
Figure 8 : Nombre de minutes positives mensuelles, toutes espèces confondues, durant les différents mois d'avril à octobre	12
Figure 9 : Nombre de minutes positives mensuelles, pour la Pipistrelle commune, durant les différents mois de mai à octobre.	13
Figure 10 : Nombre de minutes positives mensuelles, pour la Sérotine commune, durant les différents mois de mai à octobre.	13
Figure 11 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues durant les mois de juin à août.	14
Figure 12 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues durant les mois de septembre à novembre.	14
Figure 13 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre avril et novembre.	14
Figure 14 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s).	15
Figure 15 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la vitesse du vent (m/s)	16
Figure 16 : Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°c)	16
Figure 17 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la température (°c)	17

1 CONTEXTE

Le parc éolien de Kergrist-Moëlou se situe au sud du département des Côtes-d'Armor (22), en région Bretagne. Il est localisé à environ 50 km au sud-ouest du centre-ville de Saint-Brieuc.

Le parc comprend 14 éoliennes de 2 MW de puissance unitaire mise en service en décembre 2010. Ces éoliennes disposent d'un rotor de 82 m de diamètre pour une hauteur de nacelle de 99m.

Le parc de Kergrist se situe au sein d'une plaine agricole de polyculture-élevage avec un bocage dégradé.

Au sein du parc comprenant 14 éoliennes, 2 d'entre elles ont fait l'objet d'un suivi acoustique en nacelle tel que prévu par le protocole national.

- E14 pour EOLE MOUSTERMEUR
- E5 pour UNIPER

Ce rapport traite uniquement du suivi en nacelle pour l'éolienne E14.

2 MATERIEL ET METHODES

Les données chiroptérologiques ont été acquises à l'endroit de l'éolienne 14 avec 1 micro placé en nacelle à la hauteur de 97m.

2.1 Localisation du site d'étude

Le parc éolien est situé sur la commune de Kergrist-Moëlou, dans le département des Côtes-d'Armor. L'éolienne n°14 est située à proximité d'une prairie en contexte bocager relativement dense.

Les enregistrements sont réalisés depuis la nacelle de l'éolienne n°14 du parc de Kergrist-Moëlou.



Figure 1 Illustration de l'environnement autour du dispositif d'écoute en altitude de l'éolienne n°14 sur la commune de Kergrist-Moëlou

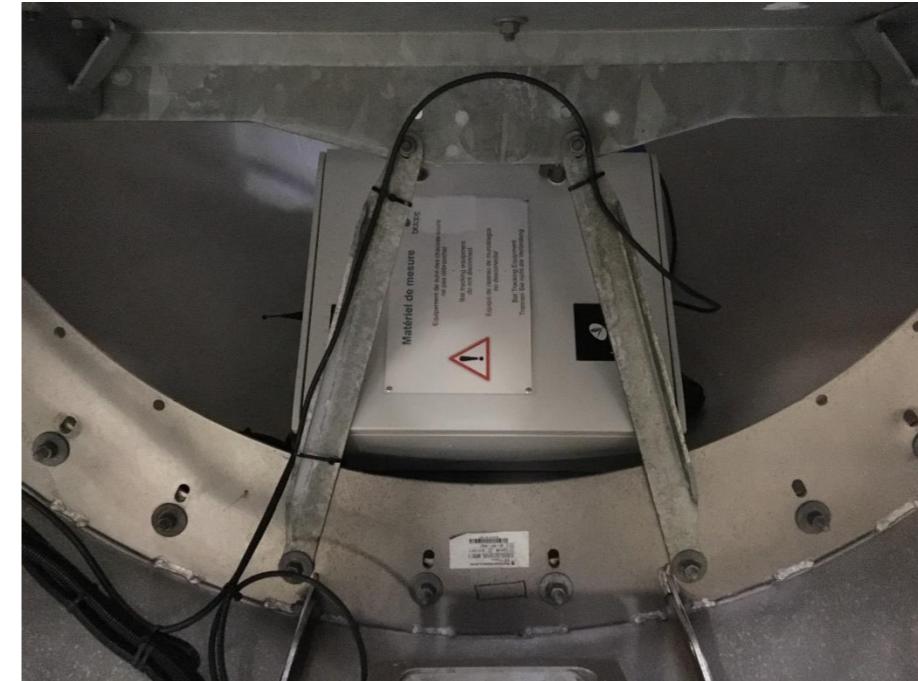
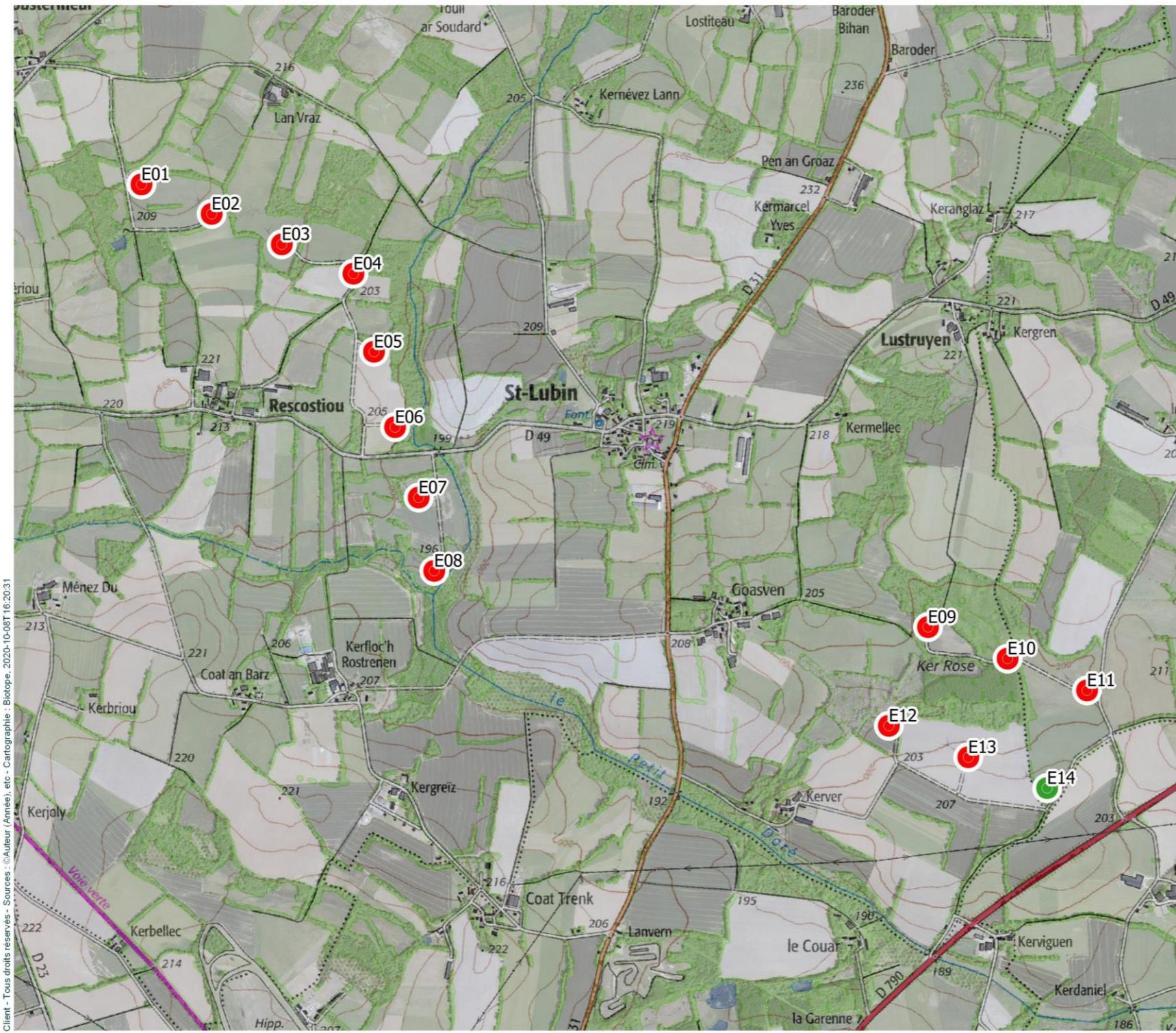


Figure 2 Illustrations du positionnement micro en nacelle





EOLE MOUSTERMEUR

Localisation de l'éolienne à l'étude

Suivi de l'activité des chiroptères en nacelle sur le parc éolien de Kergrist Moëlou

Identifiant des turbines

- Eolienne équipée n°14
- Autres éoliennes du parc



0 1 km

Carte 1 Localisation de l'éolienne en étude au sein du parc de Kergrist- Moëlou – EOLE MOUSTERMEUR

2.2 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 97 m de hauteur.



Figure 3 Illustrations d'un SM3BAT et de la protection du microphone

2.2.1 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.

2.2.2 Efforts d'échantillonnage

Les données analysées en détail concernent la période du 17 avril 2019 au 8 novembre 2019 soit 206 nuits d'enregistrement exploitables.

Ces données permettent de réaliser tous les traitements acoustiques.

Aucun dysfonctionnement n'a eu lieu au cours de la période de collecte des données.

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
Avril	14
Mai	31
Juin	30
Juillet	31
Aout	31
Septembre	30
Octobre	31
Novembre	8
TOTAL	206

2.3 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 (Petersson). 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 (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

2.4 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, figure 5). 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.

Ce référentiel permet de comparer les occurrences moyennes sur un pool de site important vis-à-vis d'un site d'étude donné.

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.

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

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

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

2.5 Limites méthodologiques

2.5.1 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, certains contacts ne peuvent être attribués spécifiquement à la Pipistrelle de Kuhl ou à la Pipistrelle de Nathusius et sont inclus dans le groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius.

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

2.5.2 Représentativité des inventaires

Compte-tenu de ce suivi de 206 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.

Le graphique ci-dessous présente la courbe d'accumulation calculée sur l'éolienne 14 du parc de Kergrist-Moëlou. On note que 95% des espèces sont recensées au bout de 336 heures d'écoutes (soit une trentaine de nuits sur 206 nuits d'enregistrement)

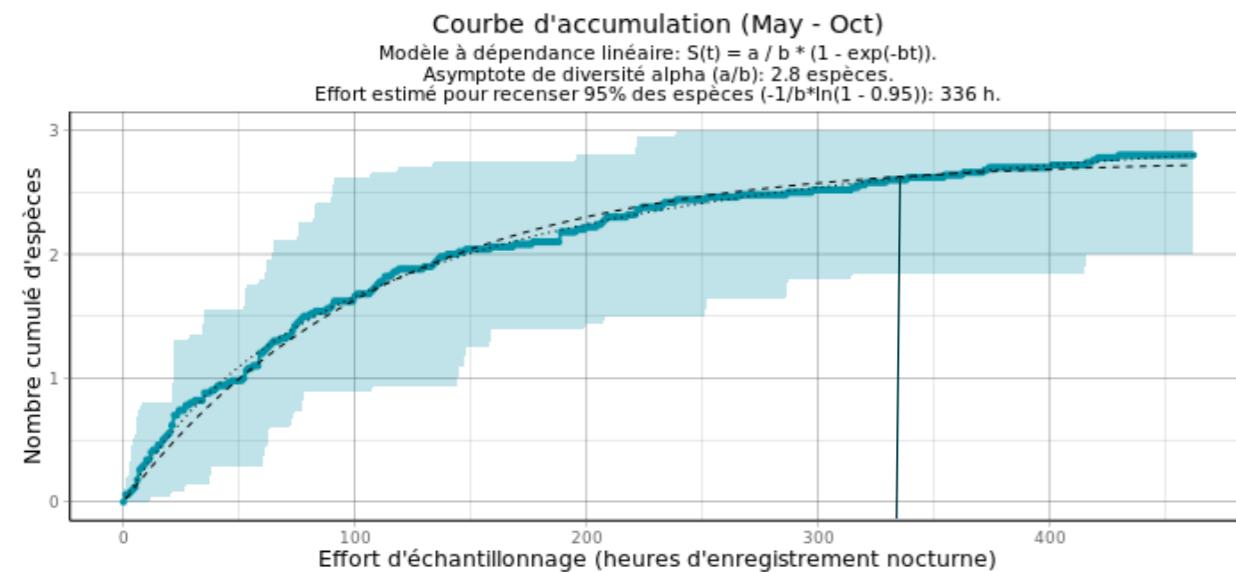


Figure 6 Cumul des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonage sur l'étude

Cette courbe d'accumulation représente le cumul des nouvelles espèces avec l'effort d'échantillonage. La construction de la courbe prend en compte la saisonnalité. Ici, l'échantillonage est réparti uniformément entre les mois (les mois incomplets sont extraits de cette analyse).

2.6 Acquisition des données météorologiques

Les données météorologiques ont été transmises par la société EOLE MOUSTERMEUR. Elles ont été acquises à l'aide des sondes météorologiques installées sur la nacelle des éoliennes.

- La vitesse du vent est mesurée à 97m de haut ;
- La température est enregistrée à 97m 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 206 nuits :

Ces données météorologiques sont croisées aux enregistrements afin de déterminer les préférences de vol des chiroptères.

2.7 Equipe de travail

Le tableau ci-après présente l'équipe BIOTOPe ainsi que les qualifications des personnes en charge de l'étude :

Tableau 3 Equipe de travail

Domaine d'intervention	Responsable
Identification des espèces /	Julien MEROT – expert chiroptérologue 10 ans d'expérience en bureau d'études Licence professionnelle en protection de l'environnement (Caen)
Analyse et rédaction	Julien MEROT – expert chiroptérologue 10 ans d'expérience en bureau d'études Licence professionnelle en protection de l'environnement (Caen)
Analyse et rédaction Relecture qualité	Guillaume LEFRERE – Chef de projet – 6 ans d'expérience en bureau d'études – Master 2 professionnel « Paysage et évaluation environnementale dans les projets d'urbanisme et de territoire » (Université de Bordeaux) ».

3 ANALYSES DETAILLÉES DE L'ACTIVITÉ DES ESPÈCES DE CHIROPTERES CONTACTÉES EN HAUTEUR

Au cours de la période d'enregistrement (206 nuits exploitables entre le 17 avril 2019 et le 8 novembre 2019), 232 contacts de 5 secondes ou 103 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris communément appelé minutes positives, ont été obtenus.

3.1 Espèces contactées

La région Bretagne regroupe à l'heure actuelle 21 espèces de chauves-souris sur les 34 espèces connues en France.

Au cours de cette étude menée sur nacelle de l'éolienne n°14, plusieurs espèces ont été identifiées comme présentes (3 espèces). Les espèces identifiées sont les suivantes : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune.

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

Nom vernaculaire	Nom latin	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge France	Liste rouge Bretagne	Responsabilité biologique régionale	Tendance nationale populations
Espèces certifiées							
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Art.2	Annexe IV	Quasi menacé	Préoccupation mineure	Mineure	Déclin
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Art.2	Annexe IV	Quasi menacé	Quasi menacé	Modérée	Déclin
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Art.2	Annexe IV	Quasi menacé	Préoccupation mineure	Mineure	Inconnue

Légende des statuts réglementaires et de rareté pour les chauves-souris :

Protection nationale :	Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
Directive Habitat :	Directive européenne du 21 mai 1992 concerne la préservation des habitats naturels de la faune et de la flore sauvage
Liste rouge France :	UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2017). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France
Liste rouge Bretagne	GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON, SEPNTB-BRETAGNE VIVANTE, OCEANOPOLIS BREST, BRETAGNE ENVIRONNEMENT, 2015. Liste rouge régionale et Responsabilité biologique régionale. Mammifères de Bretagne. 2p.
Responsabilité biologique régionale	GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON, SEPNTB-BRETAGNE VIVANTE, OCEANOPOLIS BREST, BRETAGNE ENVIRONNEMENT, 2015. Liste rouge régionale et Responsabilité biologique régionale. Mammifères de Bretagne. 2p.

3.2 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 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 ;

La richesse spécifique en espèces contactées lors de l'étude en nacelle (3 espèces certifiées) est jugée faible pour le département des Côtes-d'Armor.

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

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 (%)
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	25	10,78%	13	12,62%
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	11	4,73%	6	5,83%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	190	81,90%	80	77,67%
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	6	2,59%	4	3,88%
Total général	232	100,00%	103	100,00%

L'analyse réalisée montre que :

- La Pipistrelle commune domine les enregistrements chiroptérologiques avec environ 82% du total des contacts obtenus. Elle présente une activité jugée faible à modérée.
- La Sérotine commune est également bien représenté avec plus de 10% du total des contacts obtenus. Son activité est jugée faible.
- La Pipistrelle de Nathusius représente environ 5% du total des contacts obtenus. Son activité est jugée faible.

Au regard du retour d'expérience sur l'étude de l'activité des chiroptères en altitude sur une vingtaine 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.

Un contact est équivalent à une séquence d'enregistrement de cinq secondes.

La minute positive correspond au nombre de minutes au cours desquelles il y a eu au moins un enregistrement de chauves-souris.

3.3 Comparaison des résultats avec les résultats existants

A titre indicatif, nous avons comparé les données chiroptérologiques acquises sur l'éolienne n°14 du parc éolien de Kergrist-Moëlou aux données acquises entre 60- 90m de haut, issues de notre référentiel d'activité en altitude pour les espèces de hauts vols.

L'occurrence représente le nombre de nuits de présence sur le nombre de nuits total suivies. Cela reflète donc la régularité de la présence d'une espèce sur un site.

Si l'on compare les données de présence par espèce / groupes d'espèces, **on constate que l'activité sur le site de Kergrist-Moëlou est globalement en-deçà de la moyenne**, sauf pour la Sérotine commune.

L'occurrence moyenne sur le site de Kergrist est faible comparativement à d'autres suivis en France

Tableau 6 Comparaison de l'occurrence (nombre de nuits où l'espèce est présente) en fonction des hauteurs suivies pour les espèces de hauts vols. Référentiel Actichiro, Haquart, 2017.

Espèce	Occurrence moyenne 60-90m	Occurrence 97m E14 Kergrist-Moëlou
Pipistrelle commune	0,54	0,16
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	0,24	0,02
Pipistrelle de Nathusius	0,12	0,02
Sérotine commune	0,03	0,03

3.4 Analyse détaillée de l'activité des chiroptères en fonction de la période

3.4.1 Activité toutes espèces confondues

Les graphiques ci-dessous présentent l'activité répartie sur la période de suivi. Cette représentation graphique permet de mettre en évidence l'hétérogénéité des contacts. Des contacts de chauves-souris ont été enregistrés sur seulement 38 nuits sur les 206 enregistrées, soit un pourcentage de nuit avec activité chiroptérologique de 19% environ. Les contacts semblent plus fréquents sur la période estivale (juillet principalement) puis octobre.

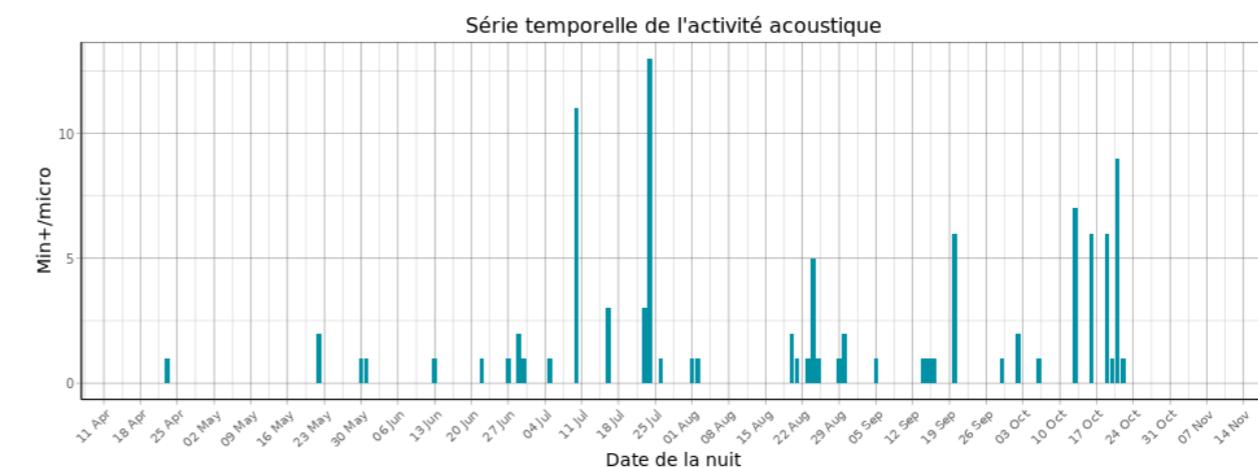


Figure 7 : Activité journalière, toutes espèces confondues, durant la période de collecte des données.

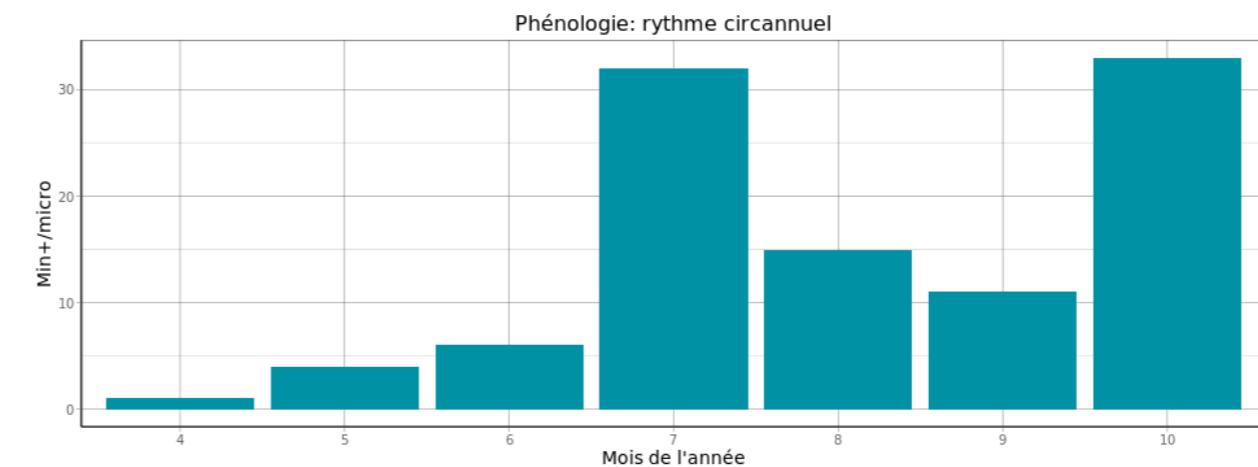


Figure 8 : Nombre de minutes positives mensuelles, toutes espèces confondues, durant les différents mois d'avril à octobre

Analyse de l'activité mensuelle toutes espèces confondues

Toutes espèces confondues, on observe une variation de l'activité au cours des différents mois.

- La période de transition printanière (avril - mai) a connu une activité plus faible.
- En période estivale (mise-bas et estivage : juin -août) cette activité augmente significativement principalement en juillet.
- En période automnale (migration : septembre - octobre), un pic d'activité est enregistré en octobre.

La distribution d'activité est plus marquée en juillet et octobre.

3.4.2 Activité mensuelle par espèce

Les graphiques ci-après présentent l'activité mensuelle des espèces sensibles aux éoliennes. L'activité des espèces contactées uniquement à quelques reprises n'a pas été représentée du fait du peu de contacts en altitude. C'est notamment le cas des pipistrelles de Kuhl et de Nathusius. Le faible nombre de contact ne permet pas d'analyser la phénologie de l'activité de ces espèces.

Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)

Pour rappel, la Pipistrelle commune représente près de 82% du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris. Cette espèce a été contacté durant presque toute la période d'expertise excepté en avril.

Elle montre un schéma d'activité similaire de la phénologie d'activité observée pour l'ensemble des espèces avec un pic d'activité observé en juillet puis un second pic plus intense en octobre.

L'activité est plus forte en fin de période de mise-bas/estivage et de dispersion des colonies.

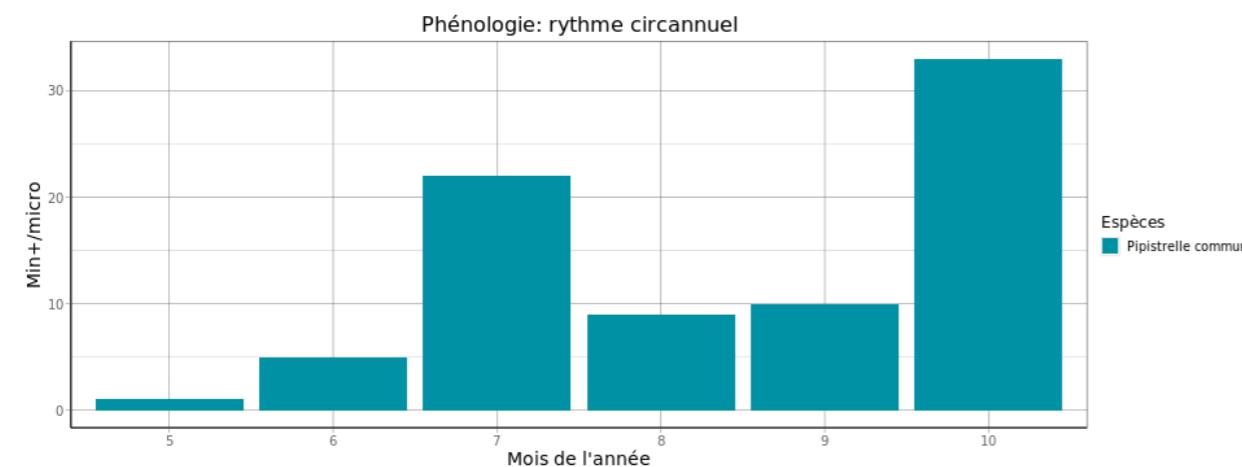


Figure 9 : Nombre de minutes positives mensuelles, pour la Pipistrelle commune, durant les différents mois de mai à octobre.

Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)

Le nombre de minutes positives enregistrées au cours de la période ne permet pas d'établir le graphique de synthèse phénologique pour cette espèce :

- Seulement 3 minutes positives en mai et 3 minutes positives en juillet.

Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)

Pour rappel, la Sérotine commune représente plus de 10% du temps d'enregistrement des sons de chauves-souris. Cette espèce a été contactée seulement en période estivale (juin - août).

Aucun contact n'a été réalisé en mai, ainsi qu'en septembre et en octobre.

Un pic d'activité important est noté en juillet.

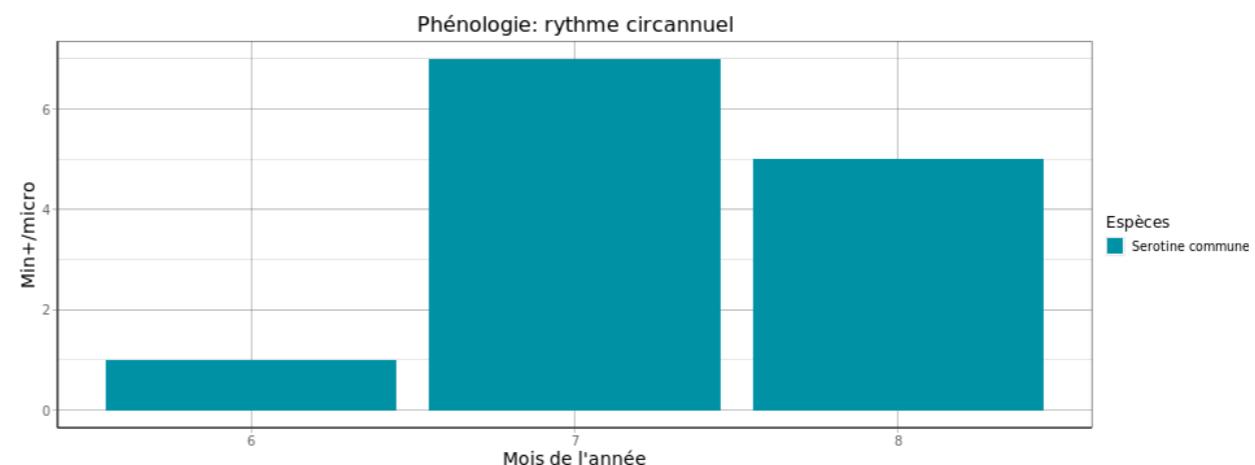


Figure 10 : Nombre de minutes positives mensuelles, pour la Sérotine commune, durant les différents mois de mai à octobre.

Bilan de l'activité mensuelle des chiroptères en hauteur

L'activité générale est hétérogène dans le temps, avec des pics d'activité en juillet et octobre.

Les pics d'activité en juillet sont classiques pour ces espèces et peuvent correspondre à la dispersion des colonies de mise-bas.

3.5 Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur 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 **103 minutes positives exploitables sur les différentes périodes d'enregistrement**.

3.5.1 Activité horaire des chiroptères au niveau du mât de mesures

Pour les graphiques ci-dessus : l'échelle d'abscisse se construit par fourchette : 0-1 (entre le coucher du soleil à +1h), 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, etc.

- Phénologie d'activité printanière (avril à mai)

Le nombre de minutes positives enregistrées au cours de la période printanière est faible (4min+), ce qui ne permet pas d'établir le graphique de synthèse pour cette période.

- Phénologie d'activité estivale (juin à août)

L'activité est visible pendant la première moitié de la nuit, avec notamment une activité intense les 2 premières heures de la nuit.

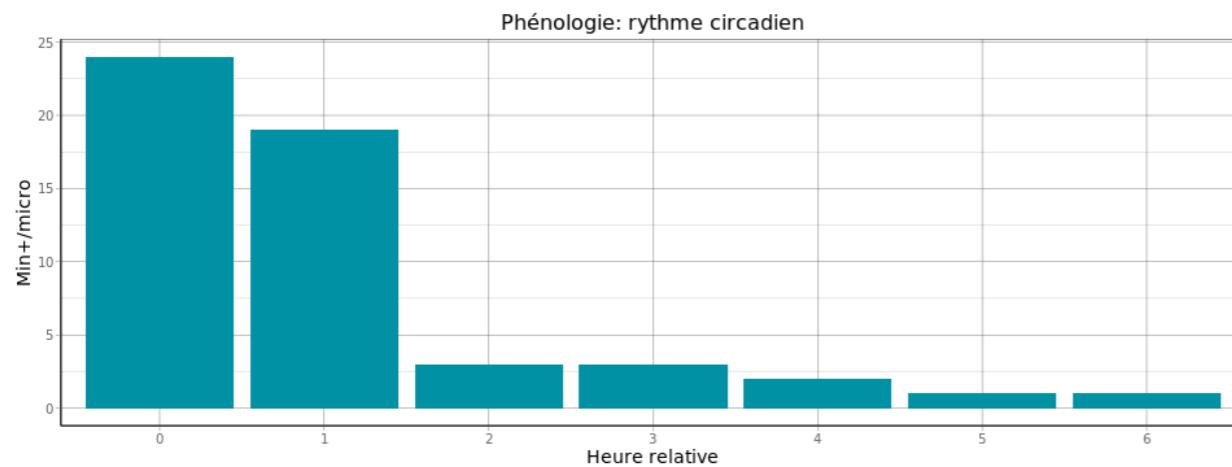


Figure 11 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues durant les mois de juin à août.

- Phénologie d'activité automnale (septembre à novembre)

L'activité est visible pendant la première moitié de la nuit, avec notamment une activité intense les 2 premières heures de la nuit.

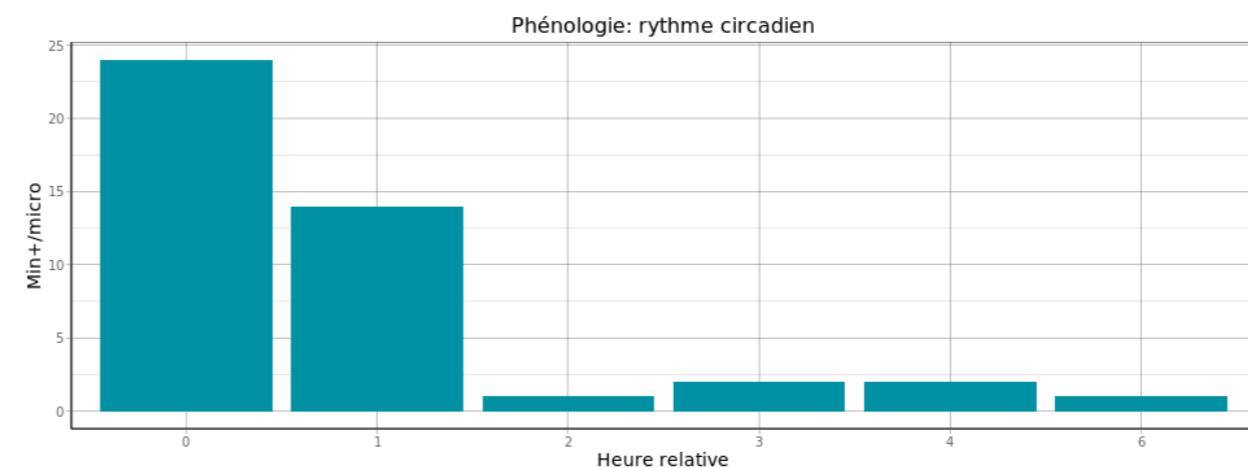


Figure 12 : Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues durant les mois de septembre à novembre.

- Bilan phénologique annuel

Comme indiqué, ci-dessus, l'activité en altitude des chauves-souris disparaît quasiment au cours de la seconde partie 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 légers pics d'activité estivaux en milieu 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.

Le graphique suivant présente l'activité, toutes espèces confondues. Dans les actogrammes, la zone en violet correspond à la nuit.

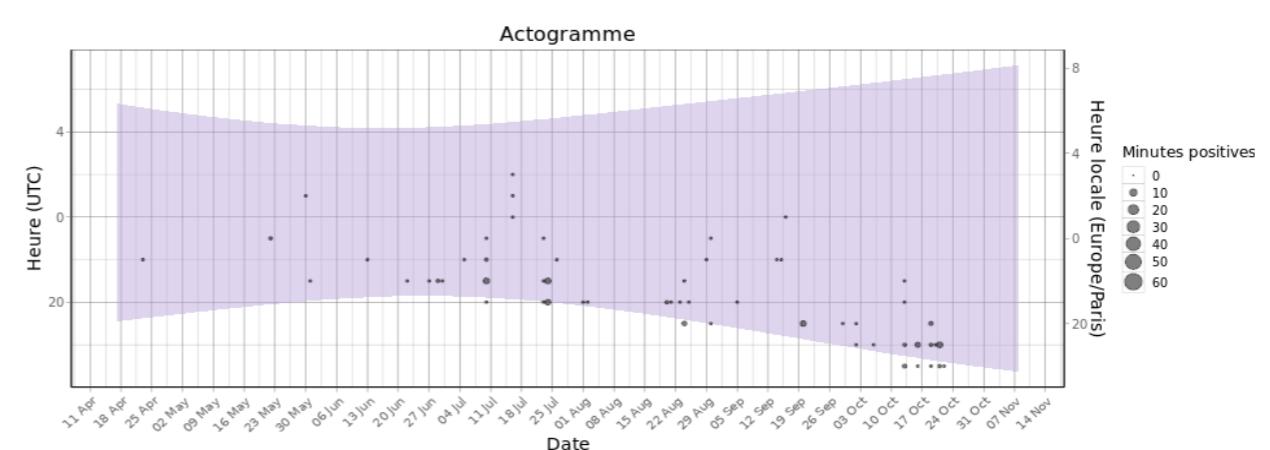


Figure 13 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre avril et novembre.

3.5.2 Proportion des activités en fonction de la durée après le coucher du soleil

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

Tableau 7 Durées après le coucher du soleil durant lesquelles ont été collectées différents pourcentages des activités enregistrées

	Durée après le coucher du soleil (en heure) en-dessous de laquelle a été enregistrée les percentiles et quartiles de contacts cibles					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Ensemble des contacts (min. pos.)	01h03	01h52	02h20	03h26	04h28	06h28

L'ensemble des activités en altitude, recensées pour chaque espèce en fonction de la durée après le coucher du soleil, permet de tirer les informations suivantes :

- 90% de l'activité en altitude se concentre dans les 3h30 qui suivent le coucher du soleil.
- 75% de l'activité en altitude se concentre dans les 2h00 qui suivent le coucher du soleil.
- 50 % de l'activité en altitude a été mesurée entre le coucher du soleil et environ 1h après celui-ci.

3.6 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).

3.6.1 Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 97m

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 15 m/s.

L'échantillonnage est important pour les vitesses de vent comprises entre 2 et 10 m/s. Entre 0 et 1 m.s-1 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).

Le graphique ci-dessous dresse un bilan des vitesses de vent 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 du vent (m/s) sur le site de Kergrist-Moëloc (= conditions utilisées en rouge), obtenu au niveau de la nacelle (97 m) et durant les 206 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 une équivalence via la répartition des valeurs inférieures ou égal à chaque classe de vent (fonction de répartition – cdf).

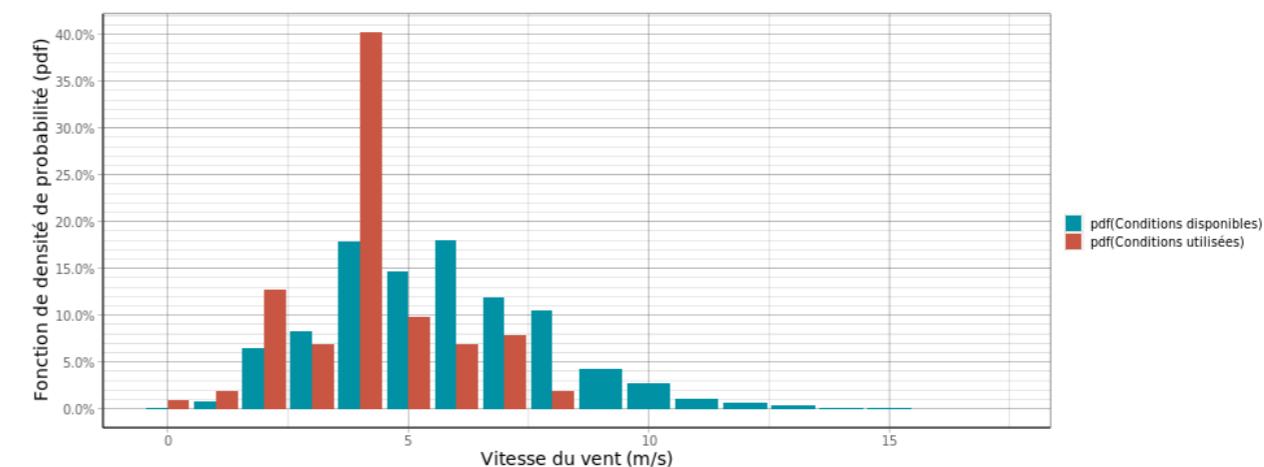


Figure 14 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s).

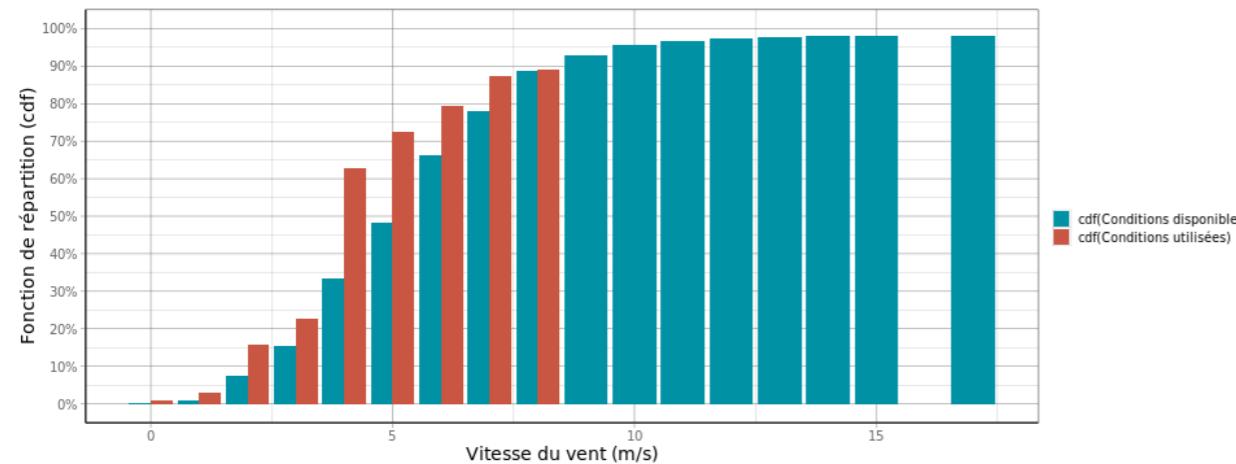


Figure 15 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la vitesse du vent (m/s)

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

Au-delà de 8 m/s, l'activité des chauves-souris devient nulle.

3.6.2 Proportion des activités en fonction de la vitesse du vent

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

Tableau 8 Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des vitesses de vent

Vitesse de vent (en m/s à 97 m) en-dessous de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts cibles						
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Ensemble des min. pos.	3,8m/s	4,7m/s	5,7m/s	6,6m/s	6,6m/s	7,4m/s

L'ensemble des activités en altitude, recensées pour chaque espèce en fonction de la vitesse du vent mesurée à 97m, 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 6,6 m/s
- 75% de l'activité supérieur à la médiane a été mesurée à des vitesses de vent inférieures 4.7 m/s
- 50% de l'activité supérieur à la médiane a été mesurée à des vitesses de vent inférieures à 3,8 m/s

3.6.3 Activité en fonction de la température mesurée à 97 m

Au cours des périodes d'analyse qui s'étendent d'avril 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 de températures allant de 5 à 26 °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 Kergrist-Moëlou (= conditions utilisées en rouge), obtenue au-dessus au niveau de la nacelle (97 m) et durant 206 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).

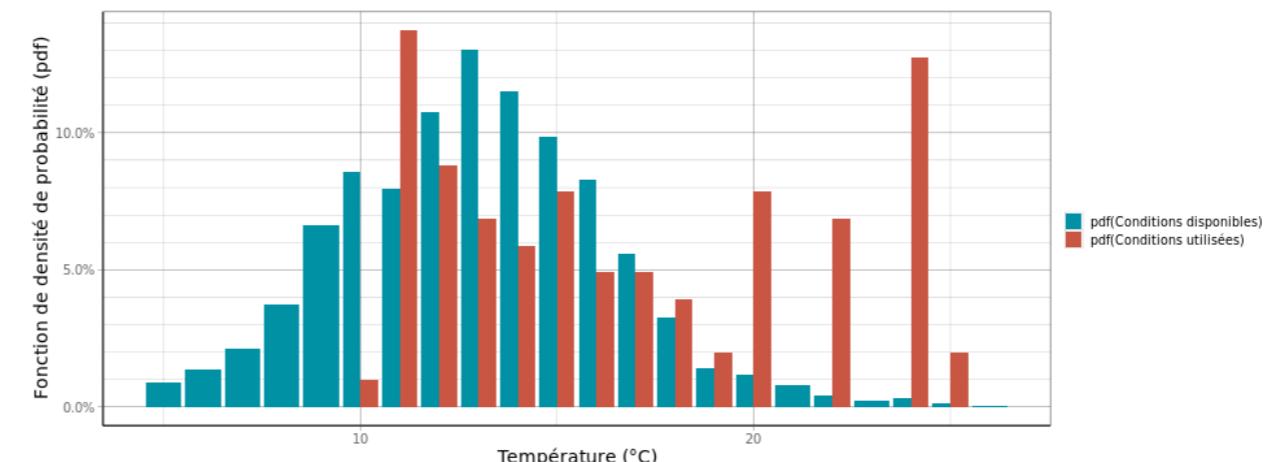


Figure 16 : Densité des observations de chauves-souris par classe de température (°c)

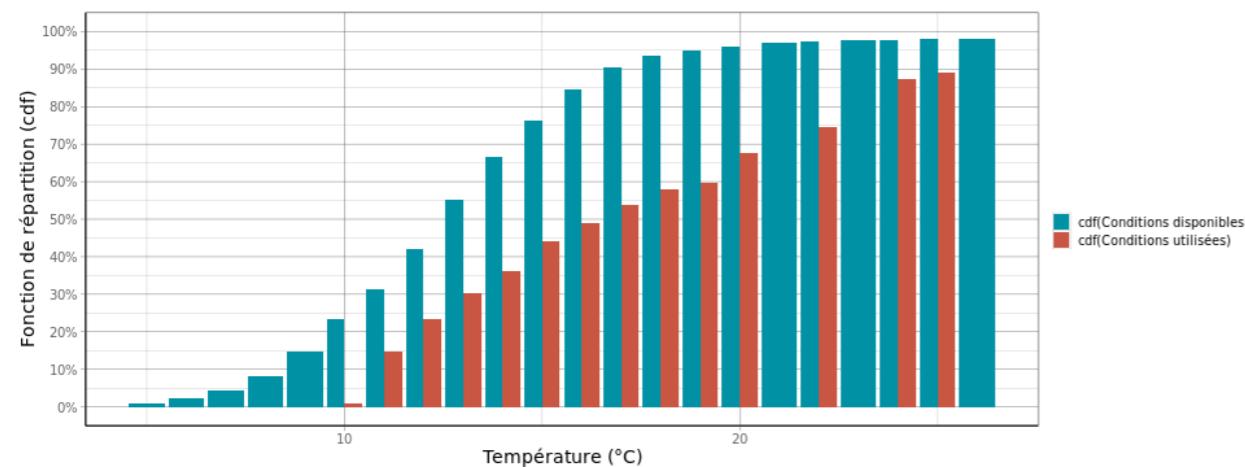


Figure 17 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction de la température (°c)

Les chauves-souris utilisent majoritairement les plages disponibles au-delà de 11°C

Sous cette température et malgré l'importance de la disponibilité en plages temporelles, les activités sont faibles, voire nulles pour des températures inférieures à 10°C.

3.6.4 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

Quartiles et percentiles des contacts obtenus en fonction des températures et des hauteurs de vol						
	Température (en °C à 97m) au-dessus de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts cibles					
	50%	75%	85%	90%	95%	99%
Ensemble des min. pos.		15,5°C	13,0°C	11,4°C	11,0°C	11,0°C
						10,9°C

L'ensemble des activités en altitude (au-dessus de la médiane), recensées pour chaque espèce en fonction de la température (à 97m) permet de tirer les informations suivantes :

- **90% de l'activité supérieur à la médiane a été enregistrée à des températures supérieures à 11,0°C**
- **75% de l'activité supérieur à la médiane a été enregistrée à des températures supérieures à 13,0°C**
- **50% de l'activité supérieur à la médiane a été enregistrée à des températures supérieures à 15,5°C**

4 SYNTHESE DE L'ECOUTE DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES EN NACELLE 2019

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 7 mois d'analyse soit 206 nuits **exploitables**. Un dispositif d'enregistrement automatique (SM3Bat) équipé d'un micro a été placé à 97m au sein de la nacelle de l'éolienne n°14 du parc éolien de Kergrist-Moëlou (Côtes-d'Armor).

Les enregistrements ont permis l'identification de 3 **espèces avérées**. Il s'agit d'une diversité faible pour le département des Côtes-d'Armor. Cette diversité ne reflète que les espèces de hauts vols.

Les expertises réalisées ont montré que :

- Plusieurs espèces de hauts vols ont été identifiées sur le site : Pipistrelle commune, Pipistrelle de Nathusius et Sérotine commune.
- Les activités sont plus importante pour la Pipistrelle commune et la Sérotine commune dans une moindre mesure.

La phénologie annuelle montre une activité relativement hétérogène au cours du temps, avec un pic d'activité sur les enregistrements d'octobre et un pic secondaire en juillet. Le site semble moins occupé en période de transition printanière.

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.

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le site de Kergrist-Moëlou et des activités de chiroptères associés, il ressort que l'utilisation du site par les chauves-souris est majoritaire dans des gammes de température comprise dans un nuage de 11°C à 25°C et de vitesse de vent comprises entre 0 et 8 m/s.

5 BIBLIOGRAPHIE

ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, 544 p.

BARATAUD M. (1996) – Ballades dans l'inaudible. Méthode d'identification acoustique des chauves-souris de France. Editions Sittelle. Double CD et livret 49 p.

BARATAUD, M. (2012). Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope éditions, Publications scientifiques du Muséum. 344 p.

BAS, Y., HAQUART, A., TRANCHARD, J. & LAGRANGE, H. (2014) Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mètres de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. *Symbioses*, 32, 83-87.

COLLINS, J. & JONES, G. (2009) Differences in Bat Activity in Relation to Bat Detector Height: Implications for Bat Surveys at Proposed Windfarm Sites. *Acta Chiropterologica*, 11, 343-350.

COUNCIL DIRECTIVE 92/43/EEC (1992) Conservation of natural habitats and of wild flora and fauna. International Journal of the European Communities, L206: 7–49.

CRYAN, P.M. & BARCLAY, R.M.R. (2009) Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*, 90, 1330-1340.

DIETZ, C., VON HELVERSEN, O. & NILL, D. (2009) L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux et Niestlé. 400 p.

EUROBATS (2014) Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations. 9th Meeting of the Standing Committee, 19th Meeting of the Advisory Committee.

HOLDERIED, M. W., & JONES, G. (2009) Flight dynamics. Ecological and behavioral methods for the study of bats. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA, 459-475.

HORN, J. W., ARNETT, E. B., & KUNZ, T. H. (2008). Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *The Journal of wildlife management*, 72(1), 123-132.

JENSEN, M.E. & MILLER, L.A. (1999) Echolocation signals of the bat *Eptesicus serotinus* recorded using a vertical microphone array: effect of flight altitude on searching signals. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 47, 60-69.

KUNZ, T.H., ARNETT, E.B., ERICKSON, W.P., HOAR, A.R., JOHNSON, G.D., LARKIN, R.P., STRICKLAND, M.D., THRESHER, R.W. & TUTTLE, M. (2007) Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *The Ecological Society of America*.

LIMPENS, H., BOONMAN, M., KOMER-NIVERGELT, F., JANSEN, E., VAN DER VALK, M., LA HAYE, M., DIRKSEN, S. & VREUGDENHIL, S. (2013) Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12. Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.

MENZEL, J. M., MENZEL, M. A., KILGO, J. C., FORD, W. M., EDWARDS, J. W., & MCCRACKEN, G. F. (2005) Effect of habitat and foraging height on bat activity in the coastal plain of South Carolina. *Journal of Wildlife Management*, 69(1), 235-245.

NIERMANN, I., BRINKMANN, R., KORNER-NIEVERGELT, F. & BEHR, O. (2011) Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. - In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. (Eds.); Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von

Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Cuvillier Verlag, Göttingen, Germany, Umwelt und Raum 4, pp. 40-115.

RODRIGUES, L., BACH, L., DUBOURG-SAVAGE, M.-J., KARAPANSZA, B., KOVAK, D., KERVYN, T., DEKKER, J., KEPEL, A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH, C., PARK, K., MICEVSKI, B., MINDEMAN, J. (2014) Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – Revision 2014. EUROBATS Publication Series No. 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany. 133 pp.

