



Innover

Etudier

Partager

3 rue Cope Cambe

34230 PLAISSAN

RCS Montpellier 809 520 588

+ 33 (0)467 885 822

SAS au capital variable de 6000€

N°SIRET 809 520 588 000 25



Suivi environnemental 2019
Suivi de la mortalité
Suivi de l'activité chiroptérologique en altitude - TrackBat

Parc éolien de Dyé
7 éoliennes
Yonne (89), Bourgogne-Franche-Comté

Janvier 2021

Rédaction :
Caroline Cosnard
Responsable de l'agence de Reims
caroline.cosnard@sensoflife.com

Technique :
Hubert Lagrange
Directeur R&D
hubert.lagrange@sensoflife.com

Contrôle Qualité :
Pauline Rico
Directrice d'études
pauline.rico@sensoflife.com



SOMMAIRE

I.	Cadre général du parc	5	IV.4.	Patrimonialité des chiroptères sur le parc éolien de Dyé.....	38
I.1.	Contexte de l'étude	5	IV.5.	Suivi de la mortalité sur le parc éolien de Dyé.....	38
I.2.	Localisation et description du parc	5	IV.6.	Comparaison mortalité et activité chiroptérologique	38
I.3.	Objectifs	8	V.	Conclusion.....	39
II.	Suivi de l'activité des chiroptères.....	8	VI.	Bibliographie	40
II.1.	Matériel et méthodes.....	8	VII.	Annexes.....	43
II.1.1.	Enregistrement acoustique	8	VII.1.	Photographies calibrées des cadavres d'oiseaux et de chauves-souris retrouvés sur le parc éolien de Dyé. 43	
II.1.2.	Méthode d'analyse des sons	9	VII.2.	Fiches d'identification des cadavres retrouvés sur le parc éolien de Dyé en 2019	45
II.2.	Résultats des suivis d'activité chiroptérologique	10	VII.3.	Informations de bridage des éoliennes D5 et D7 entre le 03/08/19 et le 07/08/19	47
II.2.1.	Activité brute et corrigée par espèce	10	VII.4.	Documentation de paramétrage du bridage Senvion.....	53
II.2.2.	Activité en fonction de la date	12	VII.5.	Tableau 32 : Récapitulatif des données de mortalité des oiseaux, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2020).....	56
II.2.3.	Activité en fonction de l'heure	13	VII.6.	Tableau 33 : Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2020).....	58
II.2.4.	Activité en fonction de la vitesse de vent	14	VII.7.	Présentation du module ProBat, mesure de réduction d'impact pour la préservation des chiroptères en temps réel	59
II.2.5.	Activité en fonction de la température	14	VII.8.	Configuration possible de régulation ProBat n°1.....	61
II.2.6.	Activité corrélée avec la vitesse de vent et la température.....	15	VII.9.	Configuration possible de régulation ProBat n°2.....	62
II.2.7.	Comparaison de l'activité des chiroptères avec les référentiels existants	16			
III.	Suivi de la mortalité.....	17			
III.1.	Protocole	17			
III.1.1.	Occupation du sol et surface prospectée.....	18			
III.1.2.	Test de prédation	20			
III.1.3.	Test du taux de détection.....	20			
III.1.4.	Estimation de la mortalité réelle	20			
III.2.	Résultats des suivis de mortalité.....	21			
III.3.	Estimation du nombre effectif de victimes et facteurs de correction	24			
III.3.1.	Test de prédation	24			
III.3.2.	Test du taux de détection.....	24			
III.3.3.	Estimation de la mortalité réelle	24			
III.4.	Sensibilité des espèces retrouvées.....	26			
III.4.1.	Chiroptères.....	26			
III.4.2.	Oiseaux	27			
IV.	Discussion.....	28			
IV.1.	Sensibilité des oiseaux.....	28			
IV.1.1.	Collision	28			
IV.1.2.	Perte d'habitat.....	30			
IV.1.3.	Effet barrière	30			
IV.2.	Sensibilité des chiroptères	31			
IV.2.1.	Généralités	31			
IV.2.2.	Mortalité directe et mortalité indirecte.....	32			
a)	Mortalité directe	32			
b)	Mortalité indirecte	32			
IV.3.	Suivi de l'activité des chiroptères sur le parc éolien de Dyé.....	32			
IV.3.1.	Répartition de l'activité chiroptérologique	32			
IV.3.2.	Précisions sur les espèces contactées	33			

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Carte 1 : Approche scalaire du site d'implantation du parc éolien de Dyé et localisation des TrackBats (version acoustique) pour un enregistrement continu de l'activité chiroptérologique entre mars et novembre 2019.	6
Carte 2 : Espaces naturels remarquable et/ou protégés recensés dans l'aire d'étude éloignée (20 km) du parc éolien de Dyé.....	7
Carte 3 : Surfaces prospectables et types de culture sous les 6 éoliennes du parc éolien de Dyé.....	19
Carte 4 : Localisation des cadavres retrouvés sous les éoliennes du parc éolien de Dyé entre mai et octobre 2019	23
Carte 5 : Carte de répartition et de migration de la Pipistrelle de Nathusius.....	34
Figure 1 : Exemple de fichier son collecté sur le système d'enregistrement TrackBat.....	8
Figure 2 : Microphone mobilisé pour les études en altitude (à gauche) et boîtier TrackBat avec microphones intégrés, installé sur la nacelle d'une éolienne (à droite).	8
Figure 3 : Distance de détection des espèces de chauves-souris en fonction de leur fréquence d'émission	9
Figure 4 : Représentation des volumes de détection en fonction des groupes d'espèces.....	10
Figure 5 : Estimation du niveau d'activité des chiroptères en fonction du nombre de contacts selon le protocole du CEN Champagne-Ardenne.....	16
Figure 6 : Représentation du transect de prospection réalisé pour la recherche de cadavres sous une éolienne.....	17
Figure 7 : Comparaison de la dentition pour identification de la Noctule de Leisler.....	17
Figure 8 : Cadavre de chauve-souris parmi 19 leurres utilisés pour tester le taux de détection.	20
Figure 9 : Calcul de la note de risque d'une espèce à l'éolien, en fonction de sa sensibilité et de son statut de conservation.....	26
Figure 10 : Pipistrelle commune. CC0 domaine public.....	26
Figure 11 : Noctule commune. CC0 domaine public.....	26
Figure 12 : Noctule de Leisler. CC0 domaine public.....	27
Figure 13 : Roitelet à triple bandeau. CC0 domaine public.....	27
Figure 14 : Pouillot véloce. CC0 domaine public.	27
Figure 15 : Roitelet à triple bandeau.....	29
Figure 16 : éolienne avec une pale peinte en noire.....	29
Figure 17 : Aigle royal.....	30
Figure 18 : Stratégie de franchissement d'un parc éolien sur le littoral audois (source : LPO Aude, 2001).....	31
Figure 19 : Description du phénomène de barotraumatisme.....	32
Figure 20 : Cycle biologique des chiroptères, LPO Touraine.....	32
Figure 21 : Pipistrelle commune. CC0 domaine public.....	33
Figure 22 : Sonogramme de cris émis par une Pipistrelle commune.....	33
Figure 23 : Pipistrelle de Nathusius. CC0 domaine public.....	33
Figure 24 : Sonogramme des cris de Pipistrelle de Nathusius/Kuhl.....	34
Figure 25 : Pipistrelle de Kuhl. CC0 domaine public.....	34
Figure 26 : Noctule commune. CC0 domaine public.....	35
Figure 27 : Sonogramme de cris émis par une Noctule commune.....	35
Figure 28 : Noctule de Leisler. CC0 domaine public.....	36
Figure 29 : Sonogramme de cris émis par une Noctule de Leisler.....	36
Figure 30 : Sérotine commune. CC0 domaine public.....	37
Figure 31 : Sonogramme de cris émis par une Sérotine commune.....	37

Graphique 1 : Proportion (brute à gauche et corrigée à droite) des espèces contactées en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5), SEN 100297 (D7) et sur l'ensemble du parc éolien de Dyé, entre mars et novembre 2019	11
Graphique 2 : Activité des chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé.	12
Graphique 3 : Activité des chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé.	12
Graphique 4 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé.	13
Graphique 5 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé.	13
Graphique 6 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé.	14
Graphique 7 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé.	14
Graphique 8 : Activité des chiroptères en fonction de la température, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé.	14
Graphique 9 : Activité des chiroptères en fonction de la température, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé.	14
Graphique 10 : Répartition des cadavres en fonction des éoliennes du parc éolien de Dyé.	21
Graphique 11 : Répartition de la position des cadavres en fonction de la distance au mât, sur le parc éolien de Dyé.	21
Graphique 12 : Principales espèces retrouvées sous les éoliennes en France (Marx, 2016)	29
Graphique 13 : Corrélation entre le nombre de rapaces avec un comportement à risque et la mortalité, pendant 3 ans sur 13 parcs éoliens au nord de l'Espagne (Lekuona & Ursua, 2006).	29

Tableau 1 : Coordonnées géographiques (référentiel WGS84/Pseudo Mercator) et caractéristiques techniques des éoliennes du parc de Dyé.....	5
Tableau 2 : Possibilité d'identification des chauves-souris européennes en fonction de leurs émissions ultrasonores	9
Tableau 3 : Coefficients de détectabilité des principales espèces de chauves-souris européennes.....	10
Tableau 4 : Contacts bruts et corrigés en fonction du volume de détection de chaque espèce de chiroptères, enregistrés sur les éoliennes SEN 100299 (D5) et SEN 100297 (D7) du parc de Dyé, entre mars et novembre 2019.	10
Tableau 5 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s ⁻¹) en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé, entre mars et novembre 2019.	15
Tableau 6 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s ⁻¹) en nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé, entre mars et novembre 2019.	15
Tableau 7 : Période sur laquelle doit être effectué le suivi de mortalité de l'avifaune et le suivi d'activité des chiroptères en hauteur en fonction des enjeux, selon le protocole ministériel de 2018.....	17
Tableau 8 : Couvert végétal et surface prospectée pour chaque éolienne et pour l'ensemble du parc éolien de Dyé	18
Tableau 9 : Liste des oiseaux et des chauves-souris retrouvés lors des suivis de mortalité dans le parc éolien de Dyé.	22
Tableau 10 : Évaluation du taux de détection de cadavres sous chaque éolienne du parc éolien Dyé.	24
Tableau 11 : Mortalité estimée des oiseaux selon les formules de Bastos et al. (2013), Jones et al. (2009), Huso (2010) et Erickson et al. (2005) sur le parc éolien de Dyé, entre mai et octobre 2019.	24

Tableau 12 : Mortalité des oiseaux, corrigée selon les coefficients surfaciques, sur le parc éolien de Dyé, entre mai et octobre 2019. Les éoliennes indiquées en vert présentent une mortalité conforme à la bibliographie et celles indiquées en jaune une mortalité parfois élevée selon la formule utilisée (Marx, 2017).	24
Tableau 13 : Récapitulatif des estimations de mortalité réelle sur le parc éolien de Dyé en 2019, obtenues par l'application EolApp (CNRS).....	25
Tableau 14 : Mortalité estimée des chiroptères selon les formules de Bastos et al. (2013), Jones et al. (2009), Huso (2010) et Erickson et al. (2005) sur le parc éolien de Dyé, entre mai et octobre 2019.	25
Tableau 15 : Mortalité des chiroptères, corrigée selon les coefficients surfaciques, sur le parc éolien de Dyé, entre mai et octobre 2019. Les éoliennes indiquées en vert présentent une mortalité conforme à la bibliographie et celles indiquées en rouge présentent une mortalité plus élevée (Rydell et al., 2010).	25
Tableau 16 : Récapitulatif des estimations de mortalité réelle sur le parc éolien de Dyé en 2019, obtenues par l'application EolApp (CNRS).....	25
Tableau 17 : Comparaison indicative des différentes causes de mortalité anthropique de l'avifaune en France (en haut, LPO, AMBE - 2010) et aux Etats-Unis (en bas, Erickson et al., 2005).....	28
Tableau 18 : Sensibilité à l'éolien par espèce. Source : Diagnostic chiroptérologique pour les parcs éoliens terrestres, actualisation 2016 (version 2.1), SFEPM.	32
Tableau 19 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.....	33
Tableau 20 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.....	33
Tableau 21 : Données d'activité de la Pipistrelle de Nathusius sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.....	34
Tableau 22 : Données d'activité de la Pipistrelle de Nathusius sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.....	34
Tableau 23 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.....	35
Tableau 24 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.....	35
Tableau 25 : Données d'activité de la Noctule commune sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.....	36
Tableau 26 : Données d'activité de la Noctule commune sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.....	36
Tableau 27 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.....	36
Tableau 28 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.....	37
Tableau 29 : Données d'activité de la Sérotine commune sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.....	37
Tableau 30 : Données d'activité de la Sérotine commune sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.....	37
Tableau 31 : Synthèse des valeurs patrimoniales (statuts de protection et de conservation) de chaque espèce de chiroptère recensée sur le parc éolien de Dyé entre mars et novembre 2019.	38
VII.5. Tableau 32 : Récapitulatif des données de mortalité des oiseaux, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2020). 56	56
VII.6. Tableau 33 : Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2020).	58

I. Cadre général du parc

I.1. Contexte de l'étude

ENERTRAG AG a développé le projet de parc éolien de Dyé dans l'Yonne (89). Une expertise environnementale initiale a été réalisée en 2012 et complétée en 2014, le volet avifaunistique par la LPO Yonne et les inventaires des autres taxons par le bureau d'études AIRELE. Tous les volets de biodiversité ont été étudiés lors de l'étude initiale. Suite à la demande d'autorisation d'exploiter en date du 1^{er} mars 2013, accordée par arrêté préfectoral du 18 juillet 2016 et transférée à la société SAS ENERTRAG Bourgogne II, le parc éolien de Dyé a été mis en service le 31 octobre 2017.

Conformément à l'article 6 « Mesures spécifiques liées à la préservation des enjeux environnementaux locaux » de l'arrêté préfectoral du 18 juillet 2016, SAS BOURGOGNE II a mis en place un plan de bridage (cf. annexe VII.4) sur les aérogénérateurs E5 et E7 entre le 16 juin et le 30 septembre de chaque année, sur les 3 premières heures de la nuit, lorsque la vitesse du vent à 100 m est inférieure à 6 m.s⁻¹ et la température extérieure est supérieure à 13°C.

Selon l'arrêté ICPE du 26 août 2011, relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, l'exploitant d'une installation soumise à autorisation ou bien à déclaration¹ au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, doit réaliser un suivi environnemental au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans. Ce suivi post-implantation sert à estimer l'incidence du parc sur l'avifaune et les chiroptères, notamment en termes de mortalité due à la présence des aérogénérateurs, mais aussi à s'assurer que la construction et l'exploitation du parc ne dégradent pas l'état de conservation de certaines espèces et des habitats protégés.

Le suivi environnemental doit être réalisé avec un protocole reconnu par le ministère chargé des installations classées et doit également être conforme à la réglementation de l'étude d'impact qui définit les modalités de suivi des effets du parc sur l'avifaune et les chauves-souris (Article R122-14 du code de l'environnement). Comme le précise le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres dans sa version révisée de mars 2018, préparée sous l'égide de la Direction générale de prévention des risques (DGPR) et de la Direction générale de l'Aménagement, du logement et de la nature (DGALN) du Ministère de la transition écologique et solidaire (MTES) dans le cadre d'un groupe de travail associant des experts issus :

- De l'administration (DGPR, DGALN, le Muséum National d'Histoire Naturelle) ;
- Des associations de protection de la nature (la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) et la Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFPEM)) ;
- De la profession de l'éolien (le Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et France Energie Eolienne (FEE)).

En fonction du croisement entre les résultats de mortalité / activité / facteurs d'influence, cette étude doit permettre de :

- Vérifier la validité des conclusions de l'étude d'impact ;
- Estimer quantitativement et qualitativement l'efficacité ou les failles des mesures (notamment de régulation) mises en place, comprendre et en expliquer les causes ;
- Proposer au besoin une révision adaptée (à la hausse ou à la baisse) des mesures en place (ex: évolution du choix du plan de régulation, des paramètres ou des seuils retenus) ;
- Retenir au besoin d'autres mesures correctives en fonction des résultats, et prévoir au besoin un nouveau suivi pour en vérifier l'efficacité.

Ce rapport présente le suivi environnemental réalisé par Sens Of Life en 2019. Il inclut les résultats des inventaires sur le terrain, les impacts et les mesures à adopter sur ce parc pour réduire l'incidence sur les oiseaux et les chauves-souris. Dans le cadre du suivi environnemental post-implantation, Sens Of Life a également été mandaté pour effectuer l'étude de l'activité chiroptérologique en nacelle. En mars 2019, des enregistreurs ultrasonores TrackBats ont été installés sur les nacelles des éoliennes SEN 100299 (D5) et SEN 100297 (D7).

I.2. Localisation et description du parc

Ce parc, constitué de 7 éoliennes, se situe sur la commune de Dyé (89360), dans le département de l'Yonne (89), en région Bourgogne-Franche-Comté. Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des éoliennes, selon le référentiel WGS84/Pseudo Mercator (Carte 1).

Eolienne		X	Y	Puissance (kW)	Diamètre rotor (m)	Hauteur tour (m)
SEN 100303	D6	47.884750	3.852757	2000	100	100
SEN 100302	D3	47.887378	3.850344	2000	100	100
SEN 100301	D1	47.889931	3.847758	2000	100	100
SEN 100300	D2	47.885744	3.843175	2000	100	100
SEN 100299	D5	47.881654	3.847680	2000	100	100
SEN 100297	D7	47.877386	3.842836	2000	100	100
SEN 100298	D4	47.881097	3.840795	2000	100	100

Tableau 1 : Coordonnées géographiques (référentiel WGS84/Pseudo Mercator) et caractéristiques techniques des éoliennes du parc de Dyé.

Le parc éolien de Dyé est implanté sur un plateau dont l'aire d'étude immédiate culmine à 230 mètres d'altitude. Le paysage bocager est ouvert et dominé par des parcelles agricoles, de graminées et d'oléagineuses (colza, tournesol), exploitées de manière intensive. Un petit bois est situé entre les éoliennes SEN 100298 (D4) (distance de 192 mètres au boisement en bout de pale), SEN 100299 (D5) (distance de 174 mètres au boisement en bout de pale) et SEN 100300 (D2) (distance de 130 mètres au boisement en bout de pale). De plus, les éoliennes SEN 100297 (D7) et SEN 100299 (D5) sont respectivement situées à 146 et 139 mètres de deux grandes parcelles forestières. Aucun cours d'eau ni aucune mare n'a été identifié à proximité immédiate des éoliennes.

Dans l'aire d'étude éloignée (20 km), 41 zones naturelles d'intérêt reconnu ont été recensées (Carte 2) :

- 1 zone concernée par un arrêté de protection Biotope,
- 3 sites inscrits au titre de la Directive Habitats (ZSC, SIC, PSIC),
- 29 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type I (ZNIEFF I), dont 2 dans l'aire d'étude rapprochée (à moins de 6 km),
- 8 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type II (ZNIEFF II), dont 3 dans l'aire d'étude rapprochée (à moins de 6 km).

¹ Point 3.7 de l'annexe I de l'arrêté du 26 août 2011

Approche scalaire du site d'implantation Parc éolien de Dyé Yonne (89)

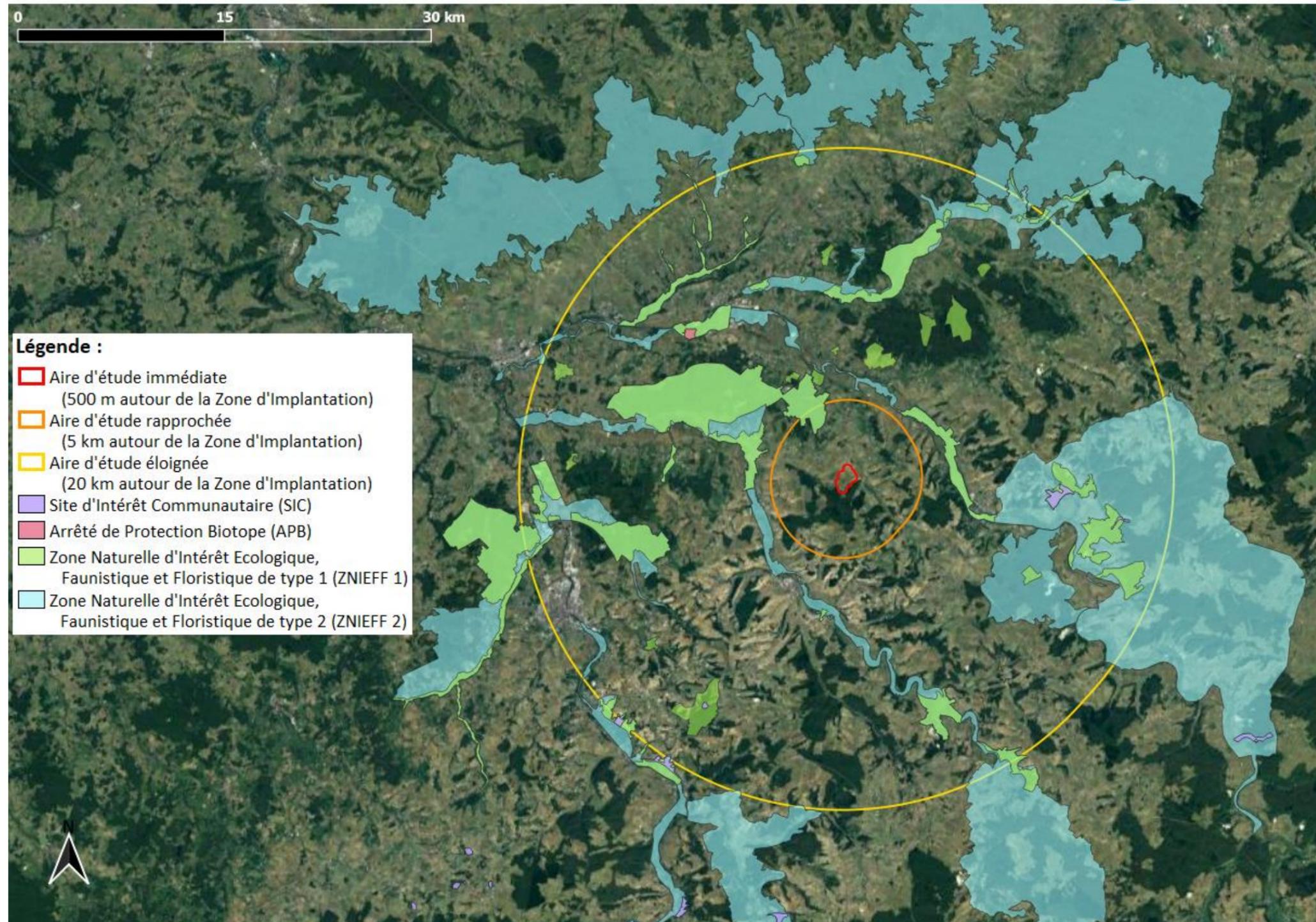


Sens Of Life 2021. Fond de carte : Google satellite.

Carte 1 : Approche scalaire du site d'implantation du parc éolien de Dyé et localisation des TrackBats (version acoustique) pour un enregistrement continu de l'activité chiroptérologique entre mars et novembre 2019.



Espaces naturels remarquables et/ou protégés Parc éolien de Dyé Yonne (89)



Sens Of Life 2021. Fond de carte : Google satellite.

Carte 2 : Espaces naturels remarquable et/ou protégés recensés dans l'aire d'étude éloignée (20 km) du parc éolien de Dyé.

I.3. Objectifs

Les parcs éoliens peuvent avoir une incidence sur certaines espèces protégées, dont certains oiseaux et chiroptères. Les impacts potentiels peuvent être classés en trois catégories :

- Une mortalité directe, accidentelle :
 - o Par collision avec les pales en mouvement,
 - o Par barotraumatisme à proximité de l'extrados des pales en mouvement,
 - o De manière plus anecdotique par collision contre le mât.
- Une perte d'habitat, temporaire en phase travaux ou permanente après construction, liée à la destruction d'espace de vie, de chasse ou de reproduction ;
- Un effet épouvantail, à nouveau temporaire et/ou permanent lié aux bruits, aux vibrations, à l'éclairage par exemple, perturbant les animaux résidents ou présentant un effet barrière aux migrants. Ces dérangements peuvent aussi bien éloigner les animaux (bruit, phobie des structures verticales et autres) que les attirer (chaleur des machines attirant les insectes, proies des chauves-souris par exemple).

Ces impacts peuvent être très faibles à critiques suivant les configurations des parcs éoliens. Ils dépendent du site, de son utilisation par les chauves-souris et de la sensibilité des espèces présentes. Ils dépendent également du type d'éoliennes, de leur organisation, de leur fonctionnement, de la configuration du parc éolien, de son environnement et des conditions météorologiques. Les exploitants de parcs doivent donc s'assurer que la construction et l'exploitation de chaque parc ne dégradent pas l'état de conservation des espèces et des habitats.

II. Suivi de l'activité des chiroptères

II.1. Matériel et méthodes

II.1.1. Enregistrement acoustique

Les suivis d'activité chiroptérologique en altitude permettent de définir précisément les niveaux d'activité et les cortèges d'espèces qui interagissent réellement avec les pales des machines. Le suivi des chiroptères a été réalisé du 30 mars au 06 novembre 2019, afin de comprendre comment le site est utilisé par ces espèces. Afin de qualifier les déplacements en hauteur, des TrackBats (version acoustique) ont été installés sur les nacelles des éoliennes SEN 100299 (D5) et SEN 100297 (D7).

Selon le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres dans sa révision de mars 2018, un minimum d'un point d'écoute en nacelle pour 8 éoliennes doit être effectué.

La pose de ces enregistreurs a pour objectifs :

- De caractériser le cortège d'espèces présent sur le site et ses variations au cours de la période d'étude,
- De quantifier l'activité de chaque espèce et ses variations au cours de la période d'étude.

- Enregistreurs

Les enregistreurs d'un dispositif TrackBat mis à disposition sont des enregistreurs numériques à deux voies, configurés pour échantillonner à 196 kHz sur 16 bits. L'enregistrement est déclenché uniquement :

- Entre une heure avant le coucher du soleil et une heure après le coucher du soleil,
- Si l'intensité sonore au-dessus de 10 kHz dépasse le bruit de fond de 5 dB.

Ce paramétrage permet de détecter l'ensemble des espèces européennes (le Petit rhinolophe étant détecté grâce à ses harmoniques basses) (Figure 1).

Le stockage est réalisé sur une clef USB de 256 Go : cette capacité de stockage permet de limiter les opérations de maintenance. Ils disposent d'une connexion 3G permettant d'évaluer à distance les paramètres critiques du matériel (nombre de fichiers enregistrés, tension d'alimentation, espace de stockage libre). Ces enregistreurs sont montés dans un boîtier métallique étanche (IP68) assurant un blindage contre les perturbations électromagnétiques.

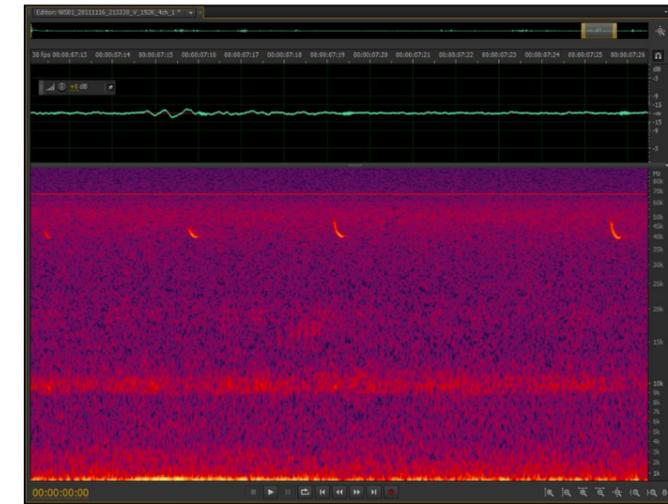


Figure 1 : Exemple de fichier son collecté sur le système d'enregistrement TrackBat.

- Microphones

Les microphones sont construits autour d'une capsule Mem's blindée électromagnétiquement, omnidirectionnelle, connectée à deux étages d'amplification et des stabilisateurs d'alimentation. L'ensemble est protégé par une coque en acier inoxydable et une membrane hydrophobe assurant la protection du microphone contre les intempéries. Les microphones sont connectés à leurs câbles blindés par des connecteurs IP68 en acier inoxydable. Ces microphones, développés spécifiquement pour des études sur les nacelles des éoliennes, présentent des performances optimales à la fois en termes de sensibilité et en termes de résistance aux intempéries et aux perturbations électromagnétiques.

Ils sont montés grâce à un support amortisseur évitant les propagations des bruits de la structure dans les microphones (vibrations de la machine, bruits de fonctionnement...). Les microphones sont intégrés aux boîtiers qui sont fixés à l'intérieur de la nacelle.

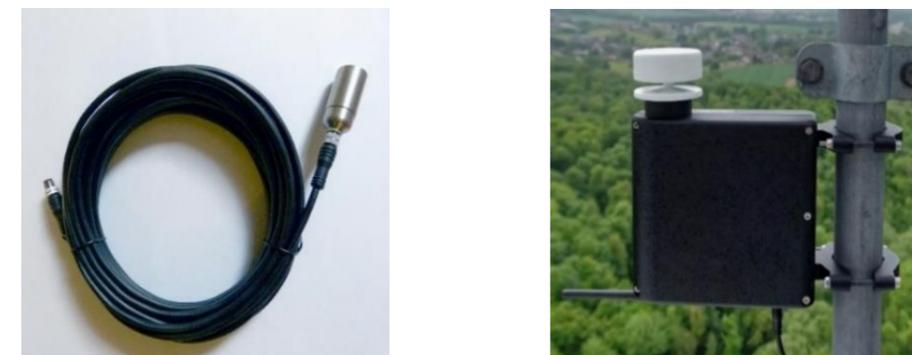


Figure 2 : Microphone mobilisé pour les études en altitude (à gauche) et boîtier TrackBat avec microphones intégrés, installé sur la nacelle d'une éolienne (à droite).

II.1.2. Méthode d'analyse des sons

Lors de suivis sur de longues périodes, le principe de l'identification des chiroptères est fondé sur :

- L'analyse de leurs émissions ultrasonores (fréquence terminale, incursion en fréquence, fréquence de maximum d'énergie, durée, intervalle...),
- La comparaison de ces mesures à des bases de données telles que celles discutées par Michel Barataud dans l'ouvrage « Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe » (2012).

Néanmoins, l'utilisation des signaux d'écholocation pour l'identification des différentes espèces de chiroptères n'est pas toujours possible, compte tenu des recouvrements de caractéristiques entre certains signaux provenant d'espèces différentes. Ces limites sont accentuées par la qualité des sons enregistrés : un fort bruit de fond ou des parasites gênent l'identification en accentuant les recouvrements entre espèces. Dans ce cas, l'identification est limitée au groupe d'espèces, comme présentée dans le Tableau 2.

Nom Français	Nom Latin	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements très favorables	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements défavorables
Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>		Rhinolophe euryale
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>		Petit Rhinolophe
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>		Grand Rhinolophe
Grand Murin	<i>Myotis</i>		Grands Myotis
Petit murin	<i>Myotis blythii</i>		
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	
Murin de capaccini	<i>Myotis capaccinii</i>	Murin de capaccini	
Murin à moustache	<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	Murin d'Alcathoe	Petits Myotis
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées	
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Nyctaloids
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	
Sérotine Bicolore	<i>Vespertilio Murinus</i>	Sérotine bicolor	
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>		Vespère de Savi
Pipistrelle soprane	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle soprane	
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schreibers	Pipistrelle / Minioptère
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Pipistrelle de Kuhl / Nathusius
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>		
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>		Oreillards sp.
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrotularis</i>		
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>		Barbastelle d'Europe
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Grande Noctule	
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	Molosse de Cestoni	Molosse / Grande Noctule

Tableau 2 : Possibilité d'identification des chauves-souris européennes en fonction de leurs émissions ultrasonores

Les sons bruts sont analysés par un logiciel automatique avec un contrôle manuel des identifications ambiguës. Cette analyse permet d'identifier les espèces fréquentant le site en altitude. Compte tenu des incertitudes de classification de certaines espèces, les identifications à l'espèce ne sont pas utilisées pour le groupe des murins. Ce groupe d'espèces volant à basse altitude, il n'est habituellement peu ou pas retrouvé à hauteur de nacelle et est donc très peu impacté par les pales des éoliennes.

Dans cette étude, l'identification a été menée en combinant trois outils :

- Audacity, un logiciel libre d'analyse et de traitement de son (<http://audacity.fr/>). Il a été utilisé pour vérifier rapidement les sons ;
- Un système de mesure comparable à Sonobat 3.2, un logiciel payant de mesure de sons, dédié à l'identification de chauves-souris (<http://www.sonobat.com/>). Grâce à des algorithmes d'analyse intelligents, Sonobat génère des mesures automatiques des cris d'écholocation identifiés dans les enregistrements. 76 valeurs sont mesurées sur chaque cri. Les fichiers .csv obtenus sont ensuite utilisés pour l'identification proprement dite ;
- Un analogue d'IbatsID (<http://ibatsid.cloudapp.net/>), une plateforme Java mobilisant des réseaux de neurones artificiels pour identifier les chauves-souris européennes à partir de leurs enregistrements ultrasonores.

Evaluation des indices d'activité

Avec les réserves formulées dans le paragraphe précédent, les indices d'activité ont été déterminés de manière brute, ainsi qu'en prenant en compte une correction du volume de détection. En effet, les espèces rencontrées émettent avec une intensité différente des cris dont les fréquences sont atténuées de manière différente par l'atmosphère (Figure 3 et Figure 4).

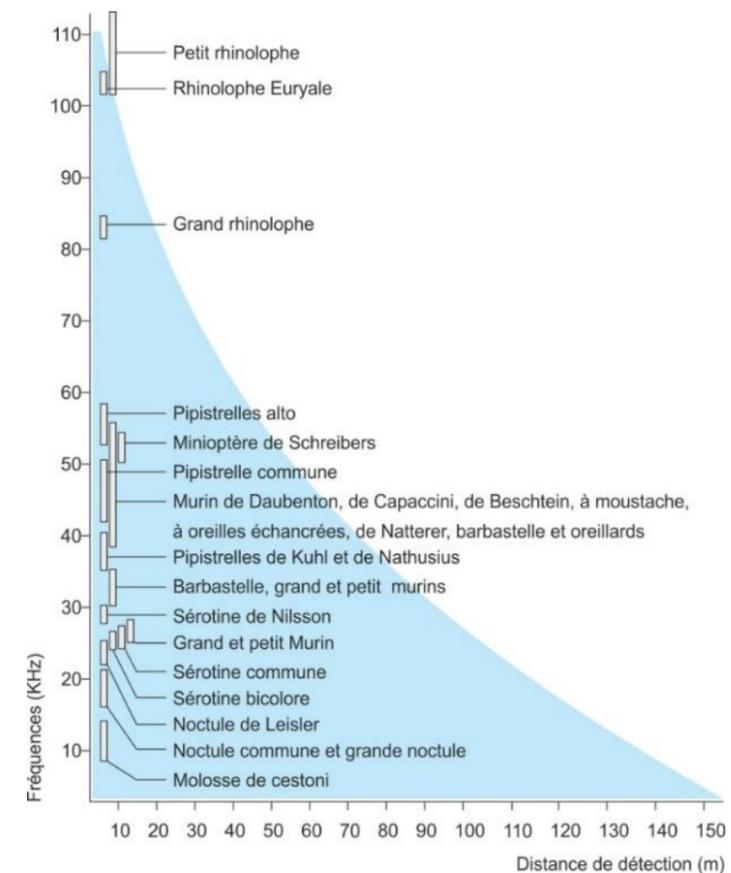


Figure 3 : Distance de détection des espèces de chauves-souris en fonction de leur fréquence d'émission

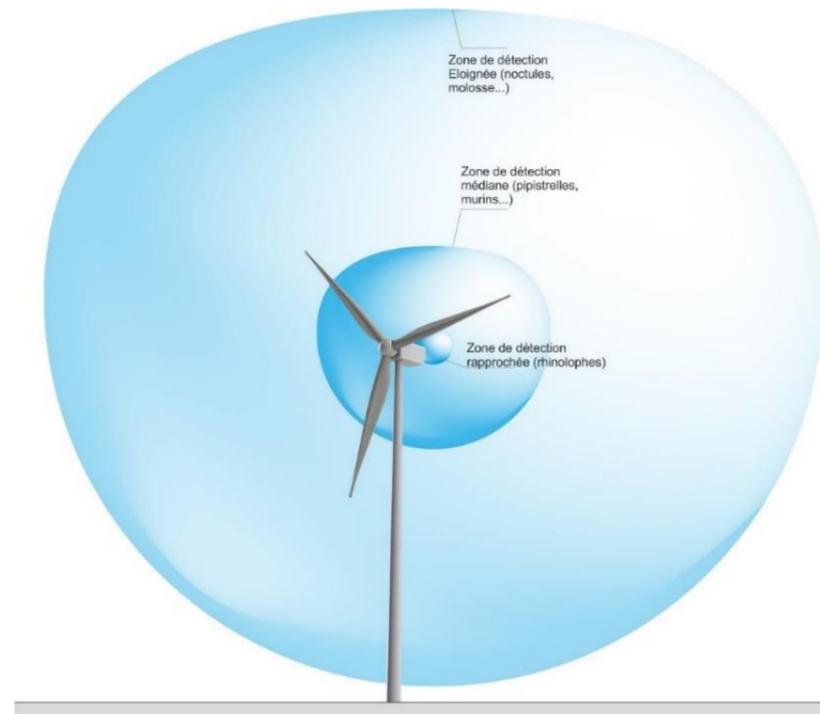


Figure 4 : Représentation des volumes de détection en fonction des groupes d'espèces

Pour prendre en compte ces variations, nous avons utilisé les facteurs de correction préconisés par Michel Barataud récapitulés dans le Tableau 3. De manière générale, l'application de ces coefficients permet de rétablir le rapport des indices d'activité entre les petites espèces utilisant des fréquences élevées, fortement absorbées par l'atmosphère, et les grosses espèces émettant des sons très puissants sur des fréquences basses, peu absorbées par l'atmosphère.

milieu ouvert				sous-bois			
Intensité d'émission	Espèces	distance de détection	coefficient de détectabilité	Intensité d'émission	Espèces	distance de détection	coefficient de détectabilité
faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00	faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Rhinolophus ferr/eur/m eh.</i>	10	2,50		<i>Plecotus spp</i>	5	5,00
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2,50		<i>Myotis emarginatus</i>	8	3,10
	<i>Myotis alcaethoe</i>	10	2,50		<i>Myotis nattereri</i>	8	3,10
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50		<i>Rhinolophus ferr/eur/m eh.</i>	10	2,50
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50		<i>Myotis alcaethoe</i>	10	2,50
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	1,70		<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1,70		<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50
	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	1,70		<i>Myotis daubentonii</i>	10	2,50
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,70		<i>Myotis bechsteinii</i>	10	2,50
moyenne	<i>Myotis myotis</i>	20	1,20	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,70	
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1,00	<i>Myotis myotis</i>	15	1,70	
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	30	0,83	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	20	1,20	
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	30	0,83	<i>Miniopterus schreibersii</i>	20	1,20	
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	30	0,83	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00	
	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00	
forte	<i>Hypsugo savii</i>	40	0,71	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00	
	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0,71	forte	<i>Hypsugo savii</i>	30	0,83
	<i>Plecotus spp</i>	40	0,71		<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0,83
<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50	<i>Vespertilio murinus</i>		50	0,50	
très forte	<i>Vespertilio murinus</i>	50	0,50	très forte	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31		<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25		<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17		<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17				

Tableau 3 : Coefficients de détectabilité des principales espèces de chauves-souris européennes

II.2. Résultats des suivis d'activité chiroptérologique

II.2.1. Activité brute et corrigée par espèce

Les enregistrements des ultrasons ont eu lieu en continu du 30 mars au 01 novembre 2019 pour l'éolienne SEN 100299 (D5) et du 02 avril au 31 octobre 2019 pour l'éolienne SEN 100297 (D7). Ces suivis permettent de caractériser les espèces fréquentant les différents sites, et leurs activités.

Le Tableau 4 synthétise le nombre de contacts bruts et corrigés pour chaque espèce contactée à hauteur des nacelles des deux éoliennes équipées. Au total, 1674 contacts de chiroptères ont été enregistrés sur le parc éolien de Dyé. En corrigeant ce nombre en fonction des volumes de détection de chaque espèce, 1299,73 contacts sont comptabilisés.

Six espèces ont été contactées et déterminées avec précision (Graphique 1) :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représente 72,9 % des contacts sur le parc (69,6 % en nacelle de SEN 100299 (D5) et 76,4 % en nacelle de SEN 100297 (D7)) ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représente 10,9 % des contacts sur le parc (12,5 % en nacelle de SEN 100299 (D5) et 9,2 % en nacelle de SEN 100297 (D7)) ;
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) représente 9,5 % des contacts sur le parc (10,1 % en nacelle de SEN 100299 (D5) et 8,8 % en nacelle de SEN 100297 (D7)) ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représente 2,8 % des contacts sur le parc (2,8 % en nacelle de SEN 100299 (D5) et 2,8 % en nacelle de SEN 100297 (D7)) ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représente 1,2 % de contacts sur le parc (1,7 % en nacelle de SEN 100299 (D5) et 0,6 % en nacelle de SEN 100297 (D7)) ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représente 1,4 % des contacts sur le parc (1,8 % en nacelle de SEN 100299 (D5) et 0,9 % en nacelle de SEN 100297 (D7)).

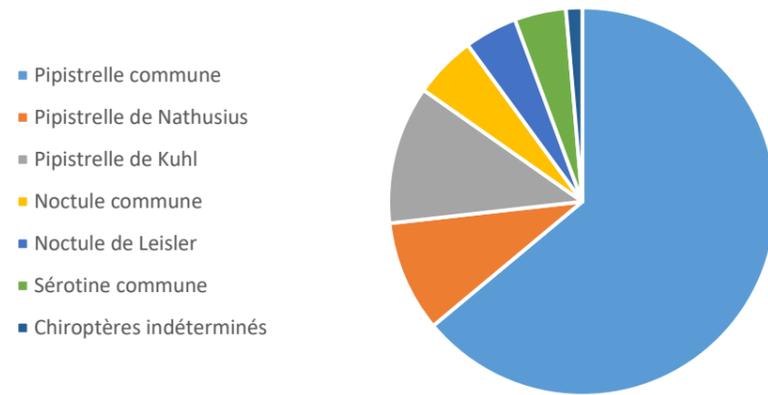
Certains contacts de chiroptères n'ont pas permis une identification à l'espèce, ils représentent 1,4 % de l'activité enregistrée sur le parc.

	Eolienne SEN 100299 (D5)		Eolienne SEN 100297 (D7)		Parc éolien							
	Contacts bruts		Contacts corrigés		Contacts bruts		Contacts corrigés		Contacts bruts		Contacts corrigés	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
<i>Pipistrelle commune</i>	566	64,0%	469,78	69,6%	575	72,9%	477,25	76,4%	1141	68,2%	947,03	72,9%
<i>Pipistrelle de Nathusius</i>	82	9,3%	68,06	10,1%	66	8,4%	54,78	8,8%	148	8,8%	122,84	9,5%
<i>Pipistrelle de Kuhl</i>	102	11,5%	84,66	12,5%	69	8,7%	57,27	9,2%	171	10,2%	141,93	10,9%
<i>Noctule commune</i>	46	5,2%	11,50	1,7%	16	2,0%	4,00	0,6%	62	3,7%	15,50	1,2%
<i>Noctule de Leisler</i>	39	4,4%	12,09	1,8%	18	2,3%	5,58	0,9%	57	3,4%	17,67	1,4%
<i>Sérotine commune</i>	38	4,3%	19,00	2,8%	35	4,4%	17,50	2,8%	73	4,4%	36,50	2,8%
<i>Chiroptères indéterminés</i>	12	1,4%	9,96	1,5%	10	1,3%	8,30	1,3%	22	1,3%	18,26	1,4%
Total	885		675,05		789		624,68		1674		1299,73	

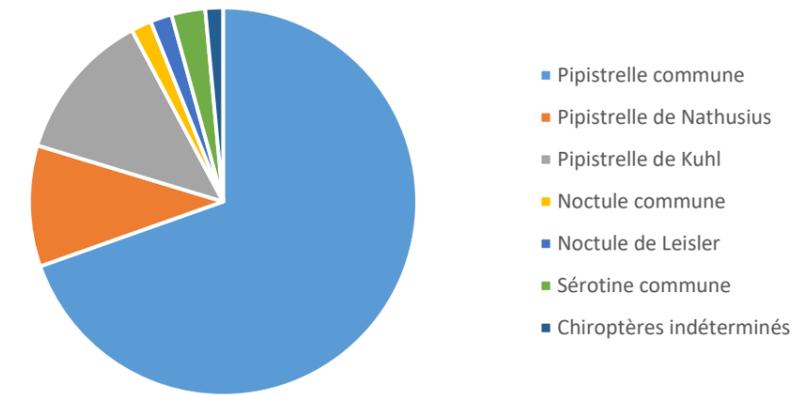
Tableau 4 : Contacts bruts et corrigés en fonction du volume de détection de chaque espèce de chiroptères, enregistrés sur les éoliennes SEN 100299 (D5) et SEN 100297 (D7) du parc de Dyé, entre mars et novembre 2019.

Le niveau d'activité chiroptérologique est légèrement plus élevée autour de l'éolienne SEN 100299 (D5), et ce, grâce à quatre espèces qui y sont plus actives : la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl, la Noctule commune et la Noctule de Leisler. L'éolienne SEN 100299 (D5) est en effet légèrement plus proche d'une grande parcelle forestière (à 139 mètres) que l'éolienne SEN 100297 (D7, à 146 mètres), et est également proche du petit boisement au centre du parc éolien (174 mètres), ce qui pourrait expliquer cette différence.

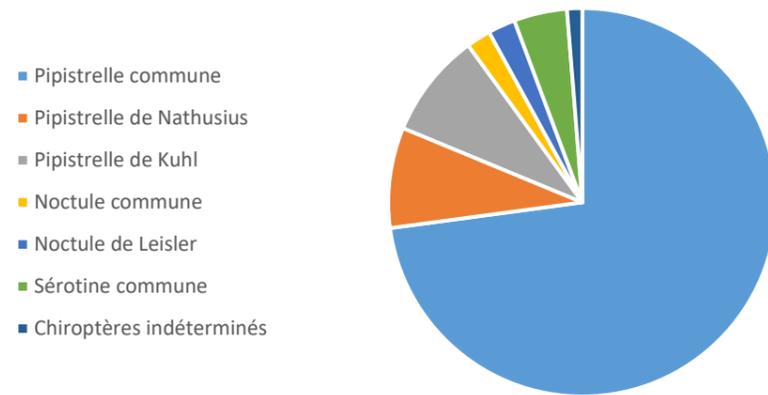
Contacts bruts en fonction de l'espèce de chiroptères contactée en nacelle de SEN 100299 (D5)



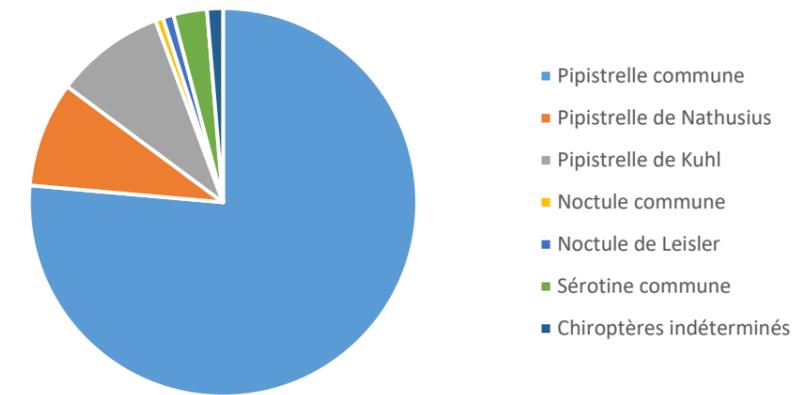
Contacts corrigés en fonction de l'espèce de chiroptères contactée en nacelle de SEN 100299 (D5)



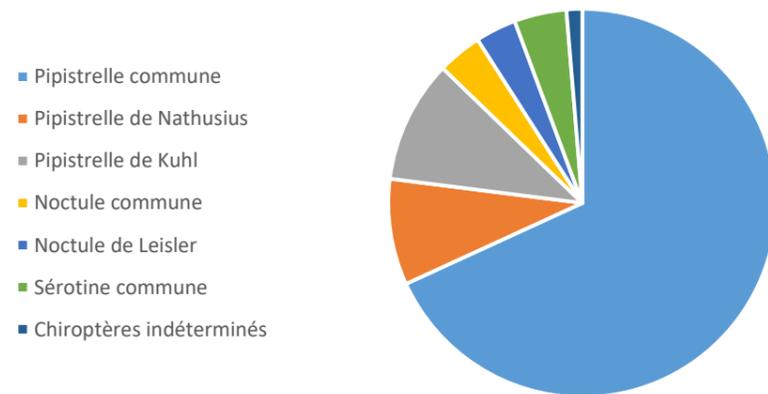
Contacts bruts en fonction de l'espèce de chiroptères contactée en nacelle de SEN 100297 (D7)



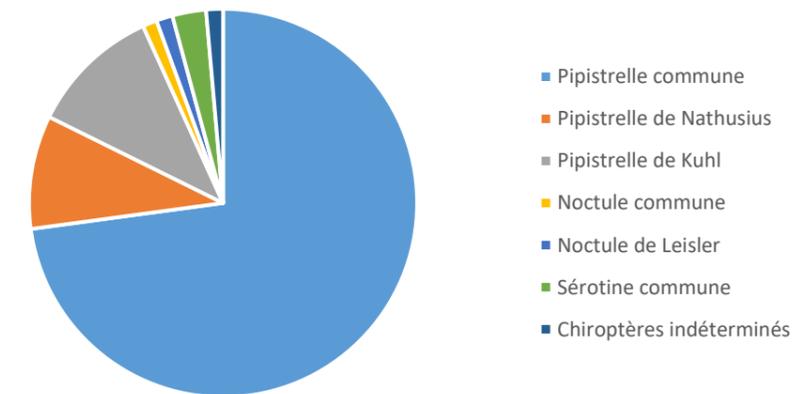
Contacts corrigés en fonction de l'espèce de chiroptères contactée en nacelle de SEN 100297 (D7)



Total des contacts bruts sur le parc éolien de Dyé, en fonction de l'espèce de chiroptères contactée



Total des contacts corrigés sur le parc éolien de Dyé, en fonction de l'espèce de chiroptères contactée



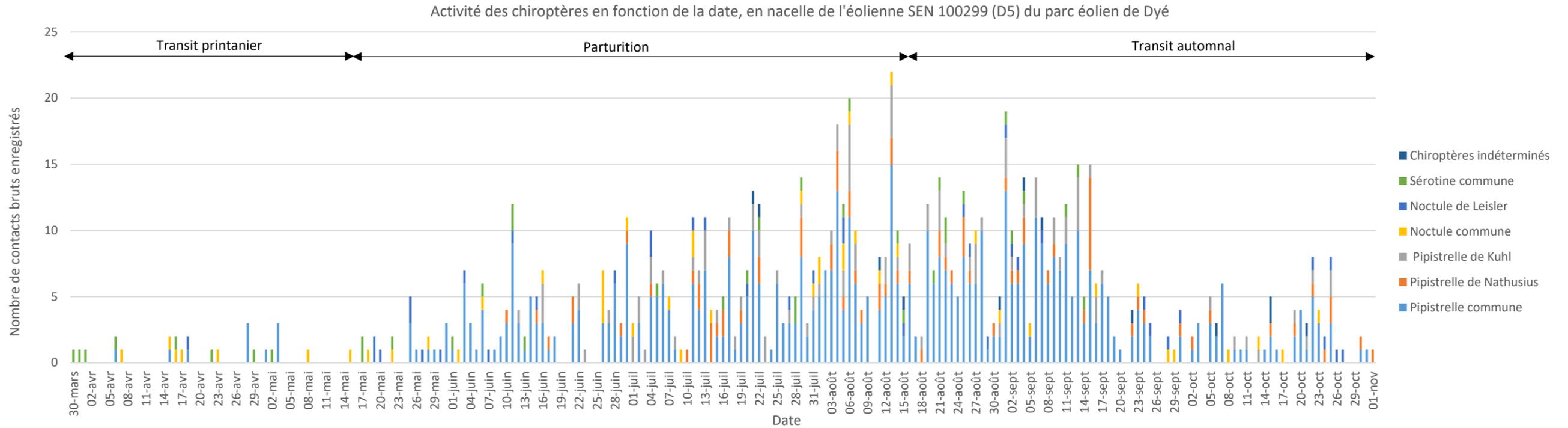
Graphique 1 : Proportion (brute à gauche et corrigée à droite) des espèces contactées en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5), SEN 100297 (D7) et sur l'ensemble du parc éolien de Dyé, entre mars et novembre 2019

II.2.2. Activité en fonction de la date

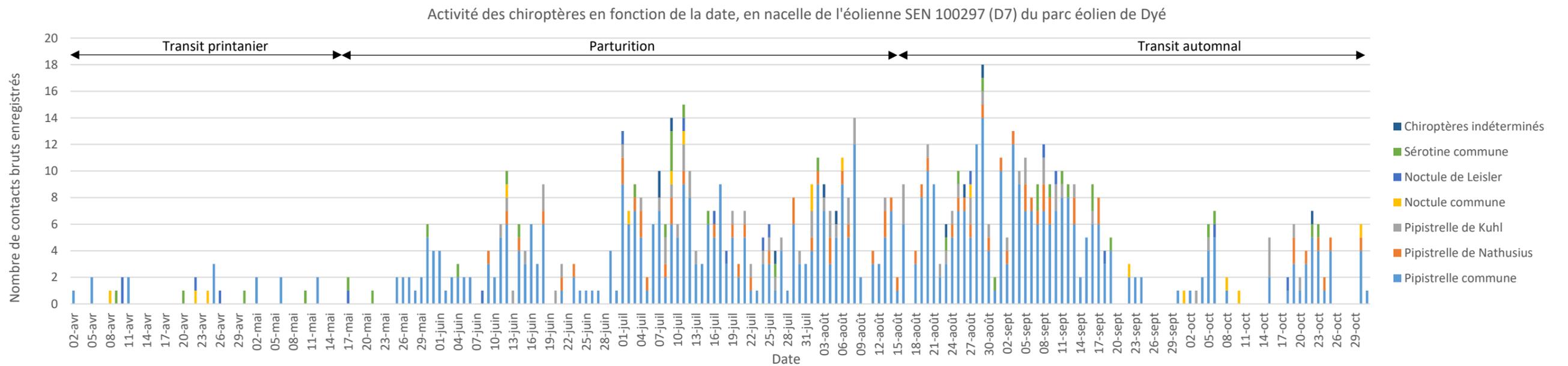
En nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5), la totalité des contacts a été enregistrée du 30 mars 2019 au 01 novembre 2019 (Graphique 2). Un pic d'activité a été enregistré le 13 août (22 contacts bruts). Plus de 90% des contacts de chiroptères autour de cette éolienne sont concentrés entre le 11 juin et le 25 octobre 2019.

En nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7), la totalité des contacts a été enregistrée du 02 avril 2019 au 31 octobre 2019 (Graphique 3). Un pic d'activité a été enregistré le 29 août (18 contacts bruts). Plus de 90% des contacts de chiroptères autour de cette éolienne sont concentrés entre le 11 juin et le 25 octobre 2019.

La majorité de l'activité est donc concentrée sur la même période pour les deux éoliennes, c'est-à-dire lors de l'élevage des jeunes et de la transition automnale, avec des pics d'activité au mois d'août.



Graphique 2 : Activité des chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé.



Graphique 3 : Activité des chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé.

II.2.3. Activité en fonction de l'heure

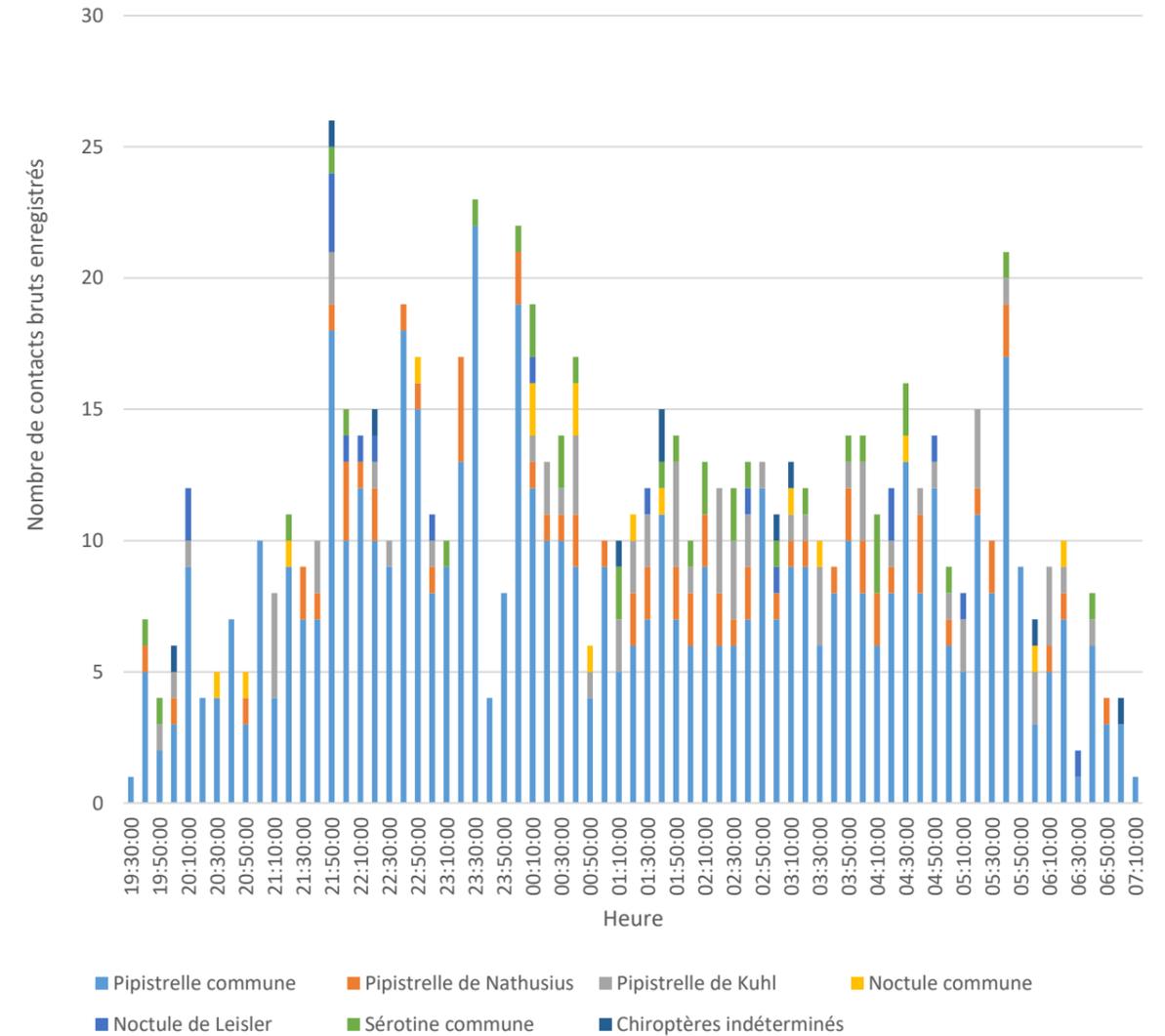
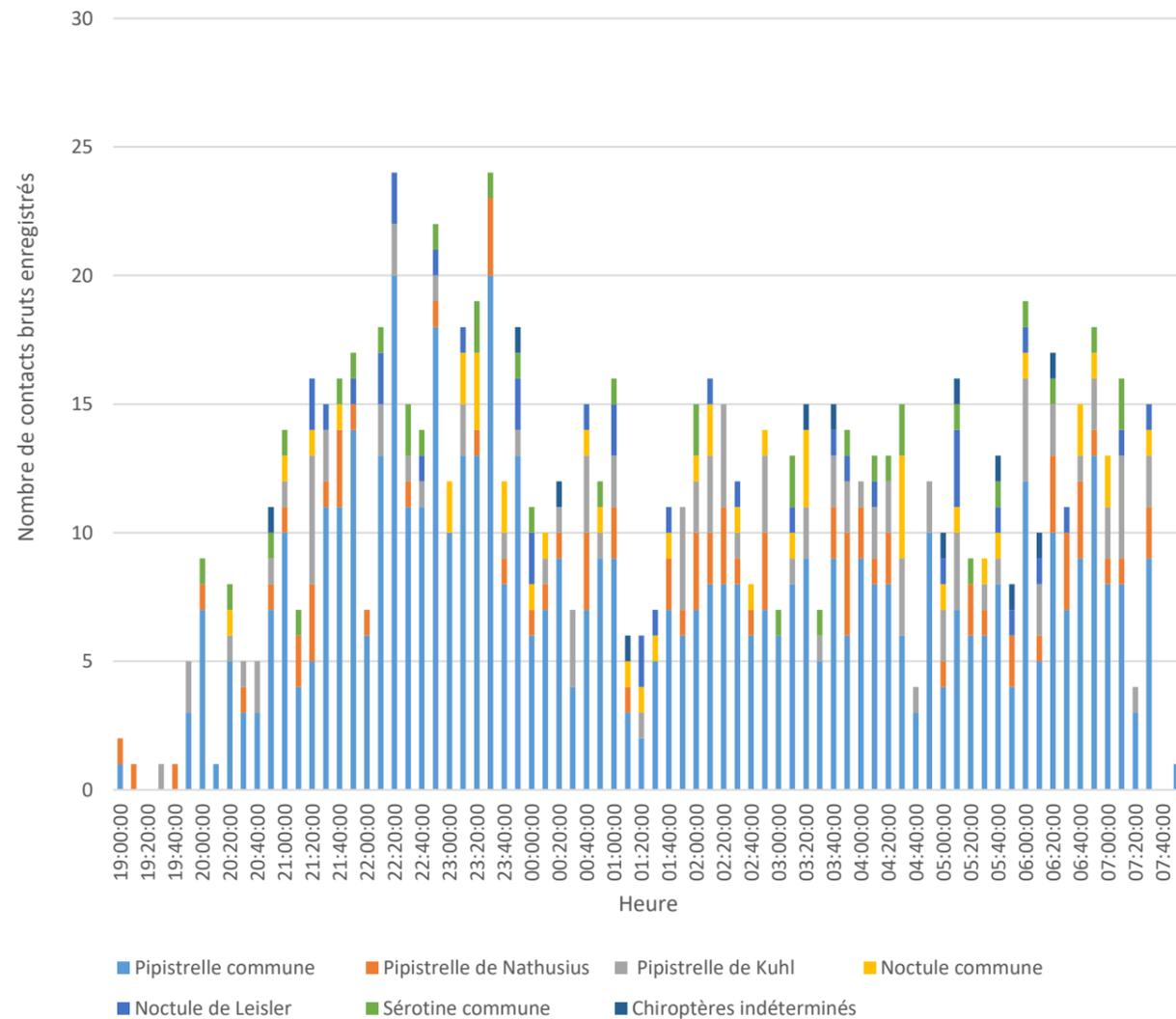
En nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5), l'ensemble de l'activité se déroule entre 19h00 et 07h50 (Graphique 4). La majorité de l'activité est concentrée entre le coucher et le lever du soleil avec des pics d'activité enregistrés à 22h20, 22h50 et 23h30. A l'échelle d'une nuit, plus de 90% des contacts de chiroptères sont concentrés entre 20h50 et 06h50, ce qui traduit bien l'impression d'activité continue tout au long de la nuit sur cette éolienne.

En nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7), l'ensemble de l'activité se déroule entre 19h30 et 07h10 (Graphique 5). La majorité de l'activité est concentrée entre le coucher et le lever du soleil avec un pic d'activité enregistré à 21h50. A l'échelle d'une nuit, plus de 90% des contacts de chiroptères sont concentrés entre 20h10 et 05h40, ce qui traduit bien l'impression d'activité continue tout au long de la nuit sur cette éolienne.

La majorité de l'activité chiroptérologique est donc légèrement décalée entre les éoliennes : l'activité autour de l'éolienne SEN 100297 (D7) se déroule un peu plus tôt qu'autour de l'éolienne SEN 100299 (D5), avec un pic d'activité également plus tôt. Il y aurait donc un léger déplacement de l'activité du sud au nord au cours de la nuit.

Activité des chiroptères en fonction de l'heure, en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé

Activité des chiroptères en fonction de l'heure, en nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé

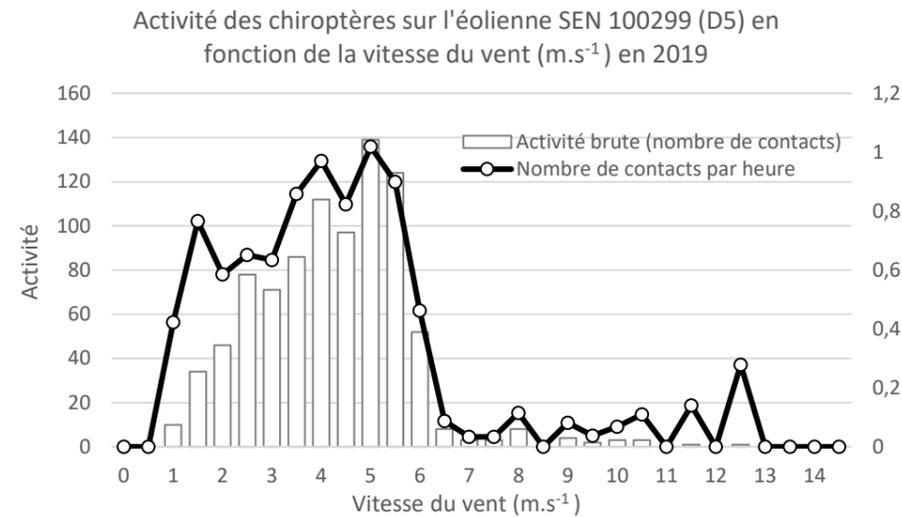


Graphique 4 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé.

Graphique 5 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé.

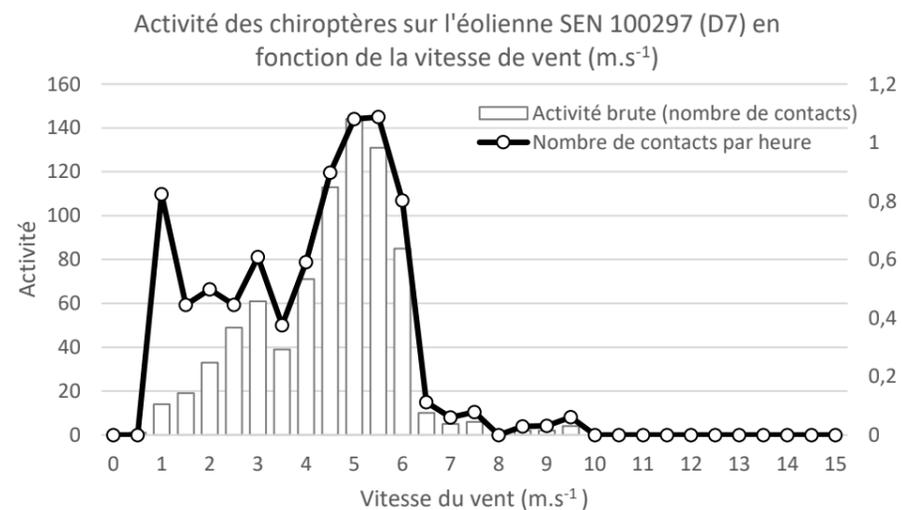
II.2.4. Activité en fonction de la vitesse de vent

En nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5), l'ensemble de l'activité se déroule pour des vitesses de vent comprises entre 1 m.s⁻¹ et 12,5 m.s⁻¹ (Graphique 6). La majorité de l'activité (90%) est concentrée pour des vitesses de vent allant jusqu'à 5,5 m.s⁻¹, avec un pic d'activité enregistré pour une vitesse de vent de 5 m.s⁻¹ (139 contacts). La Noctule commune et la Noctule de Leisler sont les deux espèces que l'on retrouve le plus pour des vitesses de vent supérieures à 7 m.s⁻¹ (respectivement 17 contacts et 8 contacts).



Graphique 6 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé.

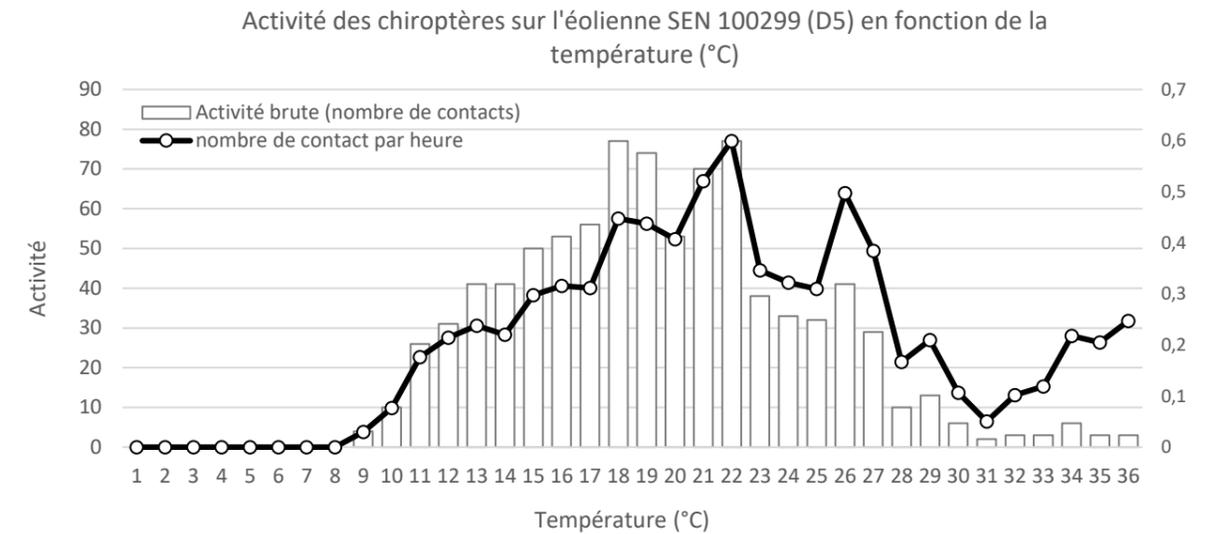
En nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7), l'ensemble de l'activité se déroule pour des vitesses de vent comprises entre 0,5 m.s⁻¹ et 9,5 m.s⁻¹ (Graphique 7). La majorité de l'activité (96%) est concentrée pour des vitesses de vent allant jusqu'à 6 m.s⁻¹, avec un pic d'activité enregistré pour une vitesse de vent de 5 m.s⁻¹ (144 contacts). La Pipistrelle commune, la Noctule commune et la Noctule de Leisler sont les trois espèces que l'on retrouve pour des vitesses de vent supérieures à 7 m.s⁻¹ (respectivement 9, 5 et 5 contacts).



Graphique 7 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé.

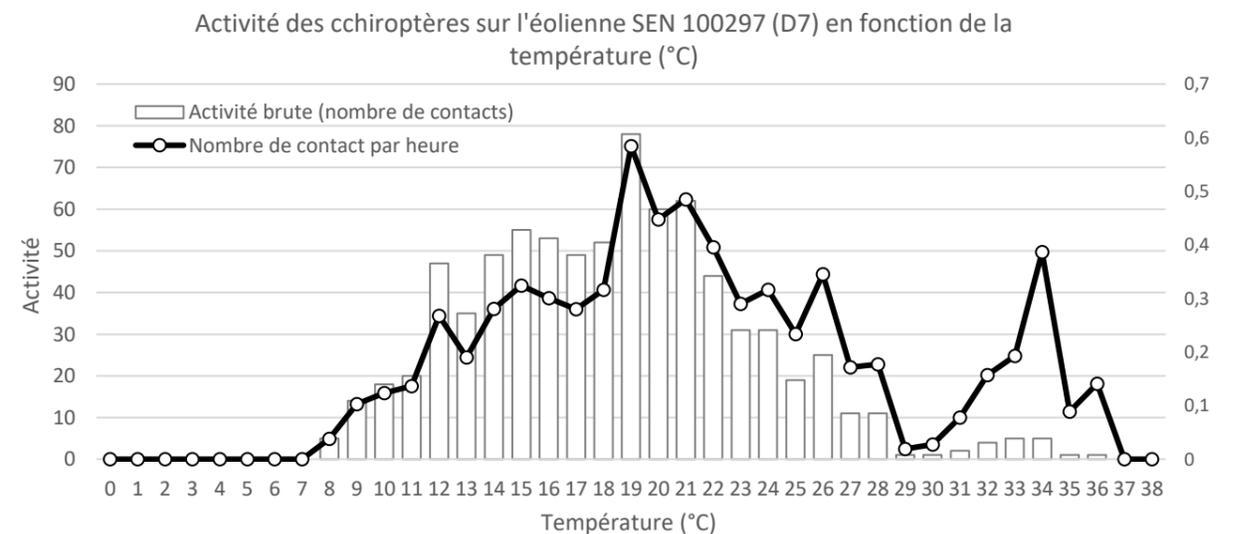
II.2.5. Activité en fonction de la température

En nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5), l'ensemble de l'activité se déroule pour des températures comprises entre 8°C et 35°C (Graphique 8). La majorité de l'activité (92%) est concentrée pour des températures supérieures à 12°C, avec des pics d'activité enregistrés pour des températures de 18°C et 22°C (77 contacts sur chaque pic).



Graphique 8 : Activité des chiroptères en fonction de la température, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé.

En nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7), l'ensemble de l'activité se déroule pour des températures comprises entre 8°C et 36°C (Graphique 9). La majorité de l'activité (93%) est concentrée pour des températures supérieures à 12°C, avec un pic d'activité enregistré pour une température de 19°C (78 contacts).



Graphique 9 : Activité des chiroptères en fonction de la température, enregistrée entre mars et novembre 2019, en nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé.

II.2.6. Activité corrélée avec la vitesse de vent et la température

Le Tableau 5 et le Tableau 6 présentent l'activité brute des chiroptères en fonction de la vitesse du vent et de la température combinées sur chaque éolienne étudiée. Pour plus de lisibilité, les températures extrêmes et les fortes vitesses de vent n'enregistrant aucun contact de chiroptère n'ont pas été incluses dans le tableau.

En nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5), l'activité la plus forte a été enregistrée pour une vitesse de vent de 5 m.s⁻¹ combinée à une température de 21°C (27 contacts bruts). Plus de 90% des contacts de chiroptères sont enregistrés pour des vitesses de vent de 0 à 6 m.s⁻¹ et des températures supérieures à 13°C.

		Vent (m.s ⁻¹)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
Température (°C)	8	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	9	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	10	0	0	2	2	6	7	0	0	1	0	0	0	0	18
	11	0	1	8	5	8	7	0	0	1	0	0	0	0	30
	12	1	6	4	5	6	3	0	1	1	0	0	0	0	27
	13	1	2	6	12	13	12	0	0	0	2	1	0	0	49
	14	0	1	5	6	13	15	1	1	1	0	1	0	0	44
	15	1	4	7	14	21	11	0	0	0	0	0	0	0	58
	16	1	2	3	16	11	4	3	0	0	0	0	0	0	40
	17	1	11	14	11	25	10	0	2	0	1	0	0	0	75
	18	1	15	14	15	8	16	0	0	0	0	0	0	0	69
	19	1	11	19	21	13	5	2	2	0	0	0	0	1	75
	20	1	1	20	11	15	7	1	0	0	1	1	0	0	58
	21	0	9	7	18	27	13	1	3	0	0	0	0	0	78
	22	0	5	10	19	11	14	0	0	0	0	0	0	0	59
	23	1	1	5	4	7	8	0	0	0	0	0	0	0	26
	24	0	4	8	12	8	4	0	0	0	1	0	0	0	37
	25	1	2	2	4	9	13	1	2	0	0	0	0	0	34
	26	0	2	4	10	13	10	1	0	0	0	0	0	0	40
	27	0	0	2	4	3	5	0	0	0	0	0	0	0	14
	28	0	1	2	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	12
	29	0	0	0	1	7	4	0	0	0	0	0	0	0	12
	30	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
	31	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	4
	32	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	33	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	7
	34	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4
	35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	36	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Total	10	80	149	198	236	176	11	11	4	5	3	1	1	885	

Tableau 5 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s⁻¹) en nacelle de l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé, entre mars et novembre 2019.

En nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7), l'activité la plus forte a été enregistrée pour une vitesse de vent de 6 m.s⁻¹ combinée à une température de 19°C (26 contacts bruts). Plus de 90% des contacts de chiroptères sont enregistrés pour des vitesses de vent de 0 à 6 m.s⁻¹ et des températures supérieures à 13°C.

Les paramètres météorologiques définissant l'activité chiroptérologique sont donc semblables sous les éoliennes SEN 100297 (D7) et SEN 100299 (D5).

		Vitesse de vent (m.s ⁻¹)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total		
Température (°C)	8	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	4
	9	0	0	0	0	1	1	1	2	1	0	0	0	6
	10	0	1	9	3	6	5	0	0	0	0	0	0	24
	11	0	1	0	2	3	4	0	0	1	1	0	0	12
	12	2	1	3	4	10	6	1	0	0	2	0	0	29
	13	1	6	12	3	13	7	0	0	0	0	0	0	42
	14	0	0	8	4	18	13	1	0	0	0	0	0	44
	15	0	1	7	11	15	18	0	3	1	0	0	0	56
	16	1	7	2	10	22	10	0	0	0	1	0	0	53
	17	0	4	6	8	11	6	1	0	0	0	0	0	36
	18	2	8	16	8	12	11	1	0	0	0	0	0	58
	19	1	10	8	8	25	26	0	0	0	0	0	0	78
	20	0	2	14	13	19	18	1	0	0	0	0	0	67
	21	0	4	9	9	16	20	1	0	0	0	0	0	59
	22	3	3	7	3	19	16	0	0	0	0	0	0	51
	23	0	0	5	2	17	11	0	0	0	0	0	0	35
	24	1	3	0	4	7	13	3	0	0	0	0	0	31
	25	4	1	0	9	12	4	0	0	0	0	0	0	30
	26	0	0	4	2	13	4	0	0	0	0	0	0	23
	27	0	0	0	1	3	8	1	0	0	0	0	0	13
	28	0	0	0	3	3	6	0	0	1	0	0	0	13
	29	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	6
	30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	31	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	32	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	4
	33	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	4
	34	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	5
	35	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
	36	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Total	15	52	110	110	257	216	15	6	4	4	4	4	789	

Tableau 6 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s⁻¹) en nacelle de l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé, entre mars et novembre 2019.

II.2.7. Comparaison de l'activité des chiroptères avec les référentiels existants

Une comparaison avec le protocole mis en place par le Conservatoire d'Espace Naturel (CEN) de Champagne-Ardenne peut sembler pertinente, dans la mesure où les milieux agricoles situés aux pieds des éoliennes sont similaires. L'activité est alors considérée, quelle que soit l'espèce, comme faible de 0 à 20 contacts par heure, comme moyenne de 20 à 60 contacts par heure, comme forte de 60 à 120 contacts par heure et comme très forte au-delà de 120 contacts par heure (Figure 5).

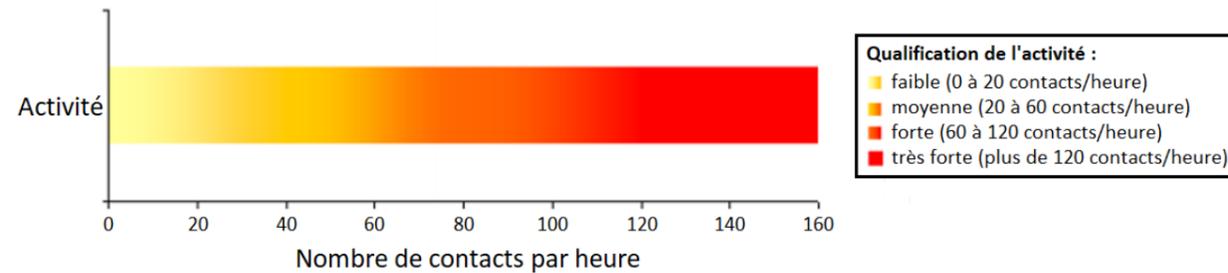


Figure 5 : Estimation du niveau d'activité des chiroptères en fonction du nombre de contacts selon le protocole du CEN Champagne-Ardenne

L'activité chiroptérologique a été enregistrée sur 217 nuits, soit 2 658 heures d'enregistrement, durant lesquelles 1299,73 contacts ont été comptabilisés, soit une activité moyenne de 0,49 contacts/heure sur l'ensemble du parc éolien de Dyé. L'activité chiroptérologique moyenne serait donc considérée comme faible sur l'aire d'étude. Cependant, il est nécessaire de manipuler cette information avec précaution, puisque ce référentiel a été établi avec des suivis au sol, or l'activité en altitude est connue pour être jusqu'à trois fois plus faible qu'au sol (Bach *et al.*, 2011 ; Hanagasioglu *et al.*, 2014, Hurst *et al.*, 2015 ; Roemer *et al.*, 2014).

⇒ Synthèse du suivi d'activité des chiroptères sur le parc éolien de Dyé par TrackBat

Avec un total de 1 299,73 contacts corrigés, six espèces ont été identifiées en altitude :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représente 72,9 % de ces contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représente 10,9 % de ces contacts ;
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) représente 9,5 % de ces contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représente 2,8 % de ces contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représente 1,4 % de ces contacts ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représente 1,2 % de ces contacts.

L'ensemble des contacts a été enregistré du 30 mars au 01 novembre 2019 sur l'ensemble du parc. Plus de 90% des contacts sont concentrés entre le 11 juin et le 25 octobre 2019, avec des pics d'activité enregistrés le 13 août 2019 (22 contacts bruts, température moyenne de 15,6°C et vitesse de vent moyenne de 4,7 m.s⁻¹) pour l'éolienne SEN 100299 (D5) et le 29 août 2019 (18 contacts bruts, température moyenne de 21,2°C et vitesse de vent moyenne de 5,6 m.s⁻¹) pour l'éolienne SEN 100297 (D7).

L'ensemble de l'activité se déroule entre 19h00 et 07h50 sur l'ensemble du parc, avec un pic d'activité à 21h50 pour l'éolienne SEN 100297 (D7) puis à 22h20, 22h50 et 23h30 pour l'éolienne SEN 100299 (D5). Plus de 90% des contacts de chiroptères sont concentrés entre le coucher du soleil et le lever du soleil (entre 20h10 et 06h50), ce qui traduit bien l'impression d'activité continue tout au long de la nuit.

La totalité de l'activité est enregistrée pour des vitesses de vent inférieures à 13 m.s⁻¹, dont plus de 90% de cette activité pour des vitesses de vent de 0 à 6 m.s⁻¹. Un pic d'activité a été enregistré pour une vitesse de vent de 5 m.s⁻¹.

La totalité de l'activité est enregistrée pour des températures comprises entre 8°C et 36°C, dont plus de 90% de cette activité pour des températures supérieures à 13°C. Des pics d'activité ont été enregistrés pour des températures de 19°C et 21°C.

III. Suivi de la mortalité

Cette étude est proposée dans le but d'optimiser les connaissances quant à l'impact du parc éolien de Dyé sur les chauves-souris et les oiseaux. Elle a pour objectif de caractériser la mortalité induite par le fonctionnement des éoliennes étudiées sur les chiroptères et les oiseaux. Un protocole éprouvé et rationalisé est mis en place pour évaluer au mieux le nombre de cadavres, en prenant en compte les biais inhérents à ce type de démarche.

III.1. Protocole

Le suivi de la mortalité est basé sur un protocole développé par l'équipe d'Arnett (Casselman Wind Project, 2008-2010), puis adapté et appliqué en Europe par des membres de notre équipe sur le parc éolien de Bouin (Lagrange *et al.*, 2009). Il est conforme au protocole ministériel publié en 2018 : 24 sorties ont été réalisées sur la période recommandée, de mai à octobre 2019.

semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité doit être réalisé ...	Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères spécifiques*	Dans tous les cas*		Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères*
Suivi d'activité en hauteur des chiroptères	Si enjeux sur les chiroptères	Si pas de suivi en hauteur dans l'étude d'impact	Dans tous les cas	Si enjeux sur les chiroptères

Tableau 7 : Période sur laquelle doit être effectué le suivi de mortalité de l'avifaune et le suivi d'activité des chiroptères en hauteur en fonction des enjeux, selon le protocole ministériel de 2018.

Ce protocole consiste à prospecter la surface sous l'éolienne en se guidant à l'aide d'une corde qui est raccourcie à chaque retour sur la piste d'accès à l'éolienne. Au premier passage, toute la longueur de la corde (50 mètres) fixée à l'éolienne est déroulée. L'observateur part de la plateforme en parcourant un cercle autour de l'éolienne et en recherchant les cadavres d'oiseaux et de chauves-souris de chaque côté de son passage (2,5 mètres de chaque côté). De retour sur la piste d'accès, 5 mètres de corde sont rembobinés et l'observateur décrit, en sens inverse, un autre cercle autour de l'éolienne. L'opération est répétée jusqu'à ce que l'observateur se trouve au pied de l'éolienne. Ainsi, pour chaque éolienne, l'observateur parcourt 10 cercles (50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10 et 5 mètres) soit 1728 mètres de transect, à une vitesse approximative de 3 km/h (Figure 6). L'opération nécessite 35 minutes de parcours, auxquelles s'ajoutent 10 minutes de relevés de cadavres. La surface prospectée est de 8659 m² ($S = \pi.R^2$, avec $R = 52,5$ mètres, dont 50 mètres de corde et 2,5 mètres de prospection).

Le nombre de cadavres retrouvés sous les éoliennes est directement lié au nombre de prospections réalisées (Marx, 2016) et leur détectabilité dépend de (Marx, 2017) :

- La nature des individus (taille et poids) ;
- Du protocole de recherche implémenté, avec une détectabilité maximale avec des prospections au-delà de 50 mètres de rayon ;
- De la visibilité du terrain prospecté (couverture végétale, relief...) ;
- De la durée des suivis (moyenne de 25 semaines/an en France) ;
- De la fréquence de prospection (taux de prédation des cadavres) ;
- De la longueur des pales (cadavres au-delà du rayon de recherche).

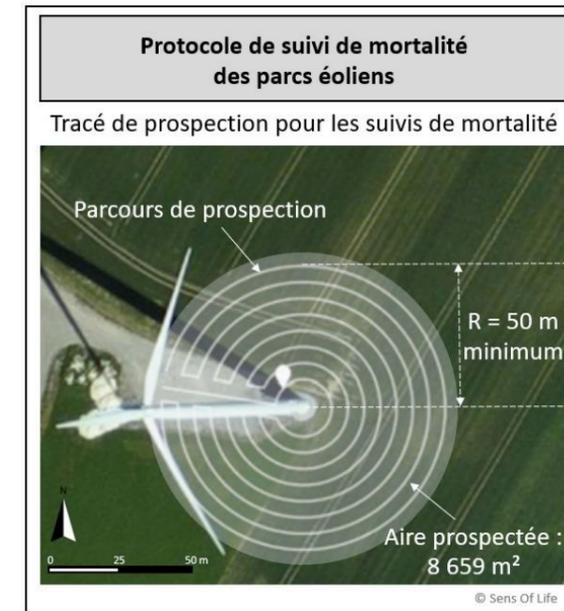


Figure 6 : Représentation du transect de prospection réalisé pour la recherche de cadavres sous une éolienne.

L'identification des chauves-souris a été réalisée par analyse morphologique de la dentition des cadavres, après avoir été conservés congelés (Figure 7). L'ouvrage d'Arthur et Lemaire (2009) a été utilisé comme référence.

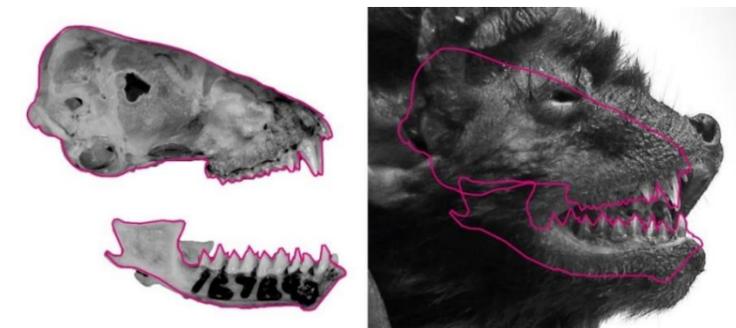


Figure 7 : Comparaison de la dentition pour l'identification de la Noctule de Leisler.

L'identification des oiseaux a été réalisée à partir du plumage, de la taille du squelette et de la forme des pattes et du bec, en se référant à l'ouvrage de Svensson, Mullarney et Zetterström (2015) et aux sites Internet :

- <http://skullsite.w3basix.nl/search/index.cfm>
- <https://sketchfab.com/laboratorinatura/collections/aves?cursor=48>

III.1.1. Occupation du sol et surface prospectée

La couverture végétale au moment des passages pour la recherche des cadavres, ainsi que la surface prospectable, sont relevées à chaque passage. La surface prospectée peut être inférieure à la surface théorique, à cause des obstacles comme des haies, des grillages... ou par un souci de préserver l'intégralité des cultures en place. Dans la mesure du possible, les dates du suivi sont programmées quand la plupart des cultures ont déjà été moissonnées. La Carte 3 montre un aperçu des zones prospectables au sein des surfaces délimitées pour la recherche de cadavres sur le parc éolien de Dyé.

Au pied des éoliennes, la plus grande partie du sol est occupée par de grandes cultures de graminées et d'oléagineuses (colza, tournesol). Au cours du mois de juin, les cultures ont commencé à être trop hautes donc certaines surfaces n'ont pas pu être prospectées entièrement. La couverture végétale sous les éoliennes de Dyé étant très variable, le pourcentage de surface prospectable a été noté à chaque sortie et une moyenne a été calculée sur l'année de recherche pour estimer ce biais (Tableau 8).

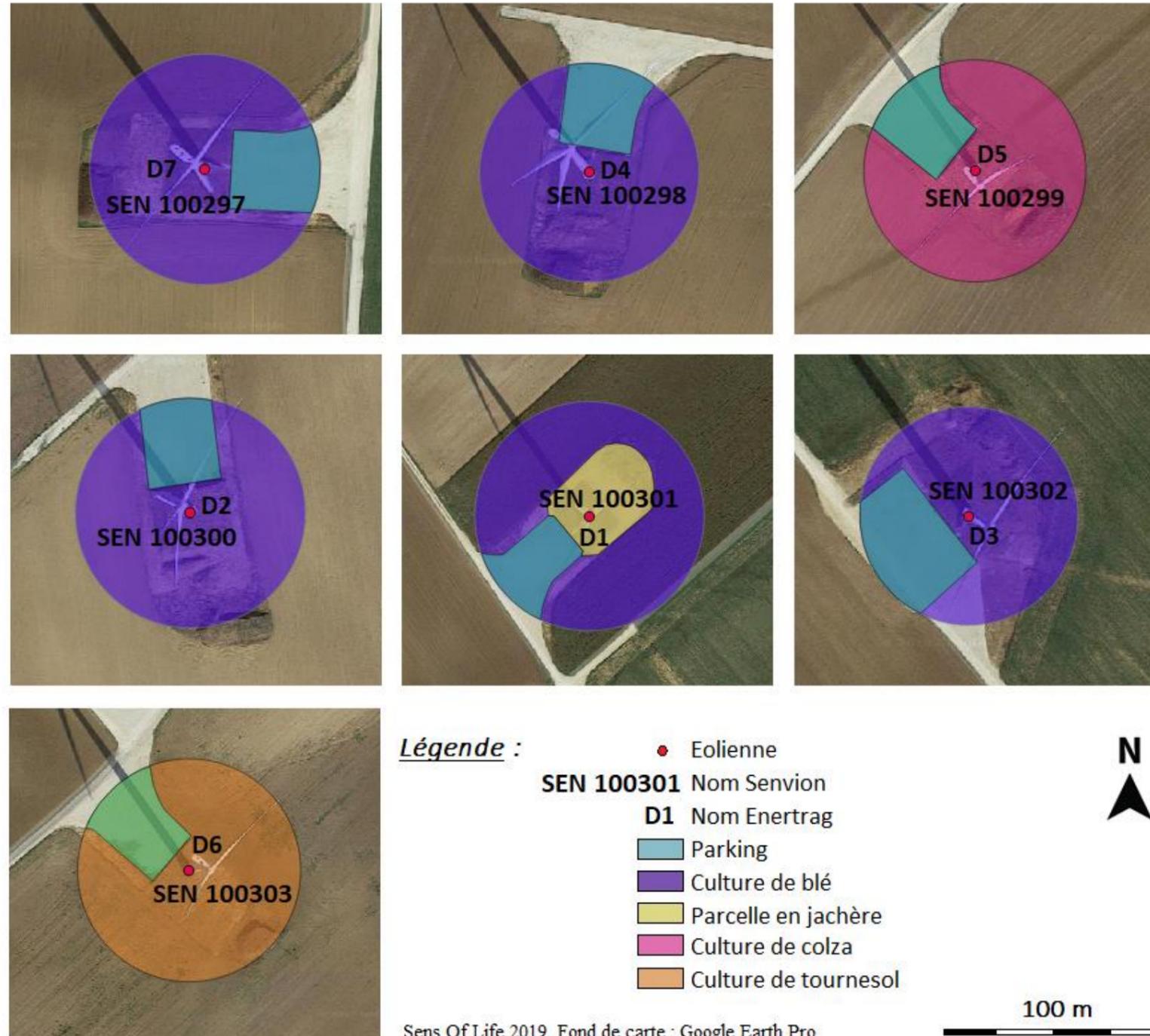
Date	SEN 100303 (D6)		SEN 100302 (D3)		SEN 100301 (D1)		SEN 100300 (D2)		SEN 100299 (D5)		SEN 100297 (D7)		SEN 100298 (D4)		
	Occupation sol	% prospecté	Occupation sol	% prospecté	Occupation sol	% prospecté	Occupation sol	% prospecté	Occupation sol	% prospecté	Occupation sol	% prospecté	Occupation sol	% prospecté	
16/05/2019	80% tournesol, 20% parking	100%	80% blé, 20% parking	25%	50% blé, 30% prairie, 20% parking	35%	80% blé, 20% parking	20%	80% colza, 20% parking	20%	80% blé, 20% parking	20%	80% blé, 20% parking	20%	
20/05/2019		100%		25%		35%		20%		20%		20%			
27/05/2019		100%		25%		35%		20%		20%		20%			
04/06/2019		100%		25%		35%		20%		20%		20%			
11/06/2019		100%		25%		35%		20%		20%		20%			
18/06/2019		100%		25%		35%		20%		20%		20%			
25/06/2019		100%		25%		35%		20%		20%		20%			
05/07/2019		20%		25%		35%		20%		20%		20%			
10/07/2019		20%		25%		35%		20%		20%		60%		20%	20%
18/07/2019		40%		100%		35%		90%		100%		100%		100%	100%
22/07/2019		30%		100%		90%		100%		100%		100%		100%	100%
01/08/2019		25%		95%		90%		95%		100%		95%		100%	100%
07/08/2019		25%		95%		90%		95%		100%		95%		100%	100%
14/08/2019		25%		95%		90%		95%		100%		95%		100%	100%
19/08/2019		25%		95%		90%		95%		100%		95%		100%	100%
28/08/2019		25%		95%		90%		95%		100%		95%		100%	100%
04/09/2019		25%		100%		100%		100%		100%		100%		100%	100%
11/09/2019		60%		100%		100%		100%		100%		100%		100%	100%
18/09/2019		100%		100%		100%		100%		100%		100%		100%	100%
24/09/2019		100%		100%		100%		100%		100%		100%		100%	100%
01/10/2019	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%							
10/10/2019	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%							
16/10/2019	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%							
21/10/2019	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%							
Moyenne	68 %		71 %		70 %		69 %		71 %		70 %		70 %		

Tableau 8 : Couvert végétal et surface prospectée pour chaque éolienne et pour l'ensemble du parc éolien de Dyé

Surfaces prospectées sous les éoliennes

Parc éolien de Dyé

Yonne (89)



Carte 3 : Surfaces prospectables et types de culture sous les 6 éoliennes du parc éolien de Dyé.

III.1.2. Test de prédation

Les cadavres des oiseaux et chauves-souris tombés au sol sont consommés par divers prédateurs, tels que des renards, corneilles, sangliers, guêpes... Leur disparition est susceptible d'affecter l'évaluation de la mortalité induite par les éoliennes. Pour évaluer ce biais, le taux de prédation des cadavres doit être évalué, selon le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres défini par le Ministère de la transition écologique et solidaire (document révisé en 2018).

Pour prendre en compte d'éventuelles variations entre éoliennes, ce test a été conduit le 18/09/2019 sous chaque éolienne avec le dépôt d'un cadavre par éolienne, identifié grâce à une cordelette attachée à la patte ou au cou. Leur recherche a été menée le lendemain (J+1), puis à J+2, J+6 et J+12, donc pendant 2 semaines s'il y avait persistance. La disparition est considérée complète au moment où l'observateur estime que les restes ne peuvent pas permettre de repérer les individus en dehors d'une connaissance précise de leur localisation. La prédation est testée sur les cadavres des chauves-souris et d'oiseaux tués par les éoliennes sur le site ou sur les parcs alentours.

A partir de ces données, différents paramètres ont été calculés :

- Le temps de séjour moyen d'un cadavre : $t_m = \frac{\sum_i^n t_i}{n}$
 t_m = temps de séjour moyen d'un cadavre
 t_i = temps de persistance d'un cadavre
 n = nombre de cadavres utilisés
- Le taux de persistance des cadavres : $S = \frac{n_{nuit}}{n}$
 S = taux de persistance des cadavres
 n_{nuit} = nombre de cadavres persistant après un passage
 n = nombre de cadavres utilisés

III.1.3. Test du taux de détection

L'efficacité de l'observateur à retrouver des cadavres de chauves-souris et d'oiseaux au sol, parmi la végétation et divers artefacts (bouses et crottins, cailloux, fragments végétaux...), doit être testée pour évaluer le ratio entre le nombre de cadavres réellement présents et ceux qui sont effectivement retrouvés, selon le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres défini par le Ministère de la transition écologique et solidaire (document révisé en 2018). Le choix d'utiliser des leurres ou des vrais cadavres ne semble pas influencer le test (Jones, 2009). Cependant, l'utilisation de leurres artificiels permet de s'affranchir d'une éventuelle altération de la pression de prédation.

Nous avons testé le taux de détection par la pose de 4 leurres d'oiseaux et de 10 leurres de chauves-souris (Figure 8) sous chacune des éoliennes du parc, dans les zones où la prospection était possible. La répartition du nombre de leurres déposés et les dates de mise en place sont détaillées dans le Tableau 10. Cette approche prend en compte d'éventuelles variations de détection en fonction de la couverture du sol et du contexte sous chacune des éoliennes. Un observateur a ensuite collecté les leurres au cours des passages dédiés aux suivis de mortalité, en suivant le protocole décrit dans le début du paragraphe.

A partir de ces données, le taux de détection a été calculé à chaque passage : $f_{Ex}^t = \frac{l_{Ret_{Ex}}^t}{l_{Tot_{Ex}}}$

f_{Ex}^t = taux de détection pour le passage t sous l'éolienne Ex

$l_{Ret_{Ex}}^t$ = nombre de leurres retrouvés lors du passage t sous l'éolienne Ex

$l_{Tot_{Ex}}$ = nombre total de leurres dispersés sous l'éolienne Ex

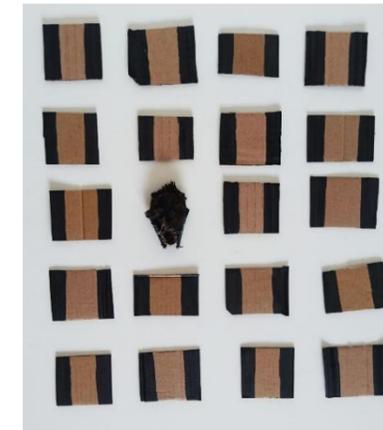


Figure 8 : Cadavre de chauve-souris parmi 19 leurres utilisés pour tester le taux de détection.

III.1.4. Estimation de la mortalité réelle

Plusieurs formules ont été publiées dans la littérature depuis 1992, permettant d'estimer la mortalité réelle des oiseaux et des chauves-souris sur un parc éolien, à partir de la mortalité brute constatée au pied des éoliennes et en prenant en compte les biais mentionnés dans les paragraphes précédents. Pour chaque formule, les notations suivantes seront utilisées :

N = nombre d'individus potentiellement tués (dépend de l'éolienne considérée)

C = nombre de cadavres trouvés (dépend de l'éolienne considérée)

A = coefficient de correction surfacique (dépend de l'éolienne considérée)

p = proportion de cadavres qui perdurent au-delà de l'intervalle entre deux passages

- p = 0 sur le parc éolien de Machault

t = temps de séjour moyen des cadavres (jours)

- t = 1,75 sur le parc éolien de Machault

d = probabilité de détection des leurres

- d = 0,70 pour les chiroptères et d = 0,97 pour les oiseaux sur le parc éolien de Machault

b = nombre de recherches effectués sur le terrain

- b = 20 sur le parc éolien de Machault

I = intervalle de temps entre chaque recherche (jours)

- I = 7,9 sur le parc éolien de Machault

i = intervalle effectif = $-\log(0,01) \times t$

- i = 3,5 sur le parc éolien de Machault

ê = coefficient correcteur de l'intervalle = $\text{Min}(I : i) / I$

- ê = 0,44 sur le parc éolien de Machault

M = nombre de turbines prospectées

- M = 5 sur le parc éolien de Machault

Winkelman (1992) est le premier à avoir calculé la mortalité estimée en fonction d'un nombre de cadavres retrouvés. Les biais de prédation, de détection et de surface prospectée avaient d'ores et déjà été pris en compte.

$$N = \frac{C * A}{p * d}$$

La formule d'Erickson *et al.* (2005) utilise le taux de persistance des cadavres comme le nombre moyen de jours de persistance (t) divisé par l'intervalle entre les recherches (I). Cette formule a l'avantage de s'adapter

à un changement d'intervalle imprévu. Mathématiquement, si le taux de persistance est supérieur à l'intervalle, alors il est supérieur à 1, ce qui est impossible en pratique. Avec des intervalles courts, cette méthode a tendance à sous-estimer le taux de prédation et donc sous-estimer le nombre de cadavres tués.

$$N = \frac{I \cdot C}{t \cdot d} * A$$

Jones *et al.* propose en 2009 une estimation unitaire de la mortalité, c'est-à-dire calculée sous chaque éolienne pour chaque recherche de cadavres effectuée sur le terrain. Il faut donc ensuite les cumuler pour obtenir la mortalité estimée sur un parc éolien sur la durée totale de l'étude.

$$N = \frac{C}{d * \exp^{-0,5 * I / t * \hat{e}}} * A \quad \text{avec } p = \exp^{-0,5 * \frac{I}{t}}$$

L'année suivante, une nouvelle formule publiée par Huso (2010) présuppose que la persistance des cadavres dans le temps suit plutôt une distribution exponentielle. Cette approche définit un risque constant impliquant que les cadavres attirent les nécrophages de manière constante au fil du temps. Il est aussi supposé que les intervalles de confiance puissent être inférieurs au nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes.

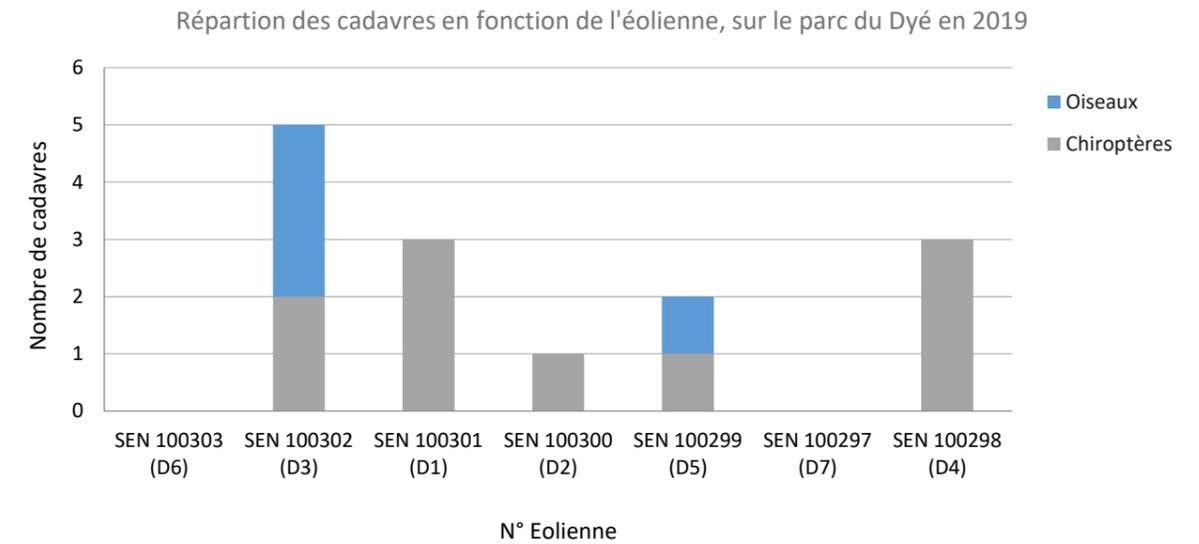
$$N = C / \left(d * \frac{t * (1 - \exp^{-\frac{I}{t}})}{I} * \hat{e} \right) * A \quad \text{avec } p = t * (1 - \exp^{-\frac{I}{t}}) / I$$

Enfin, la formule de Bastos *et al.* (2013) considère la non-constance et l'interdépendance des paramètres « efficacité de recherche » et « persistance des cadavres ». Cet algorithme innovant est capable d'estimer la mortalité potentielle, même en l'absence des cadavres retrouvés et ainsi éviter de fausses interprétations.

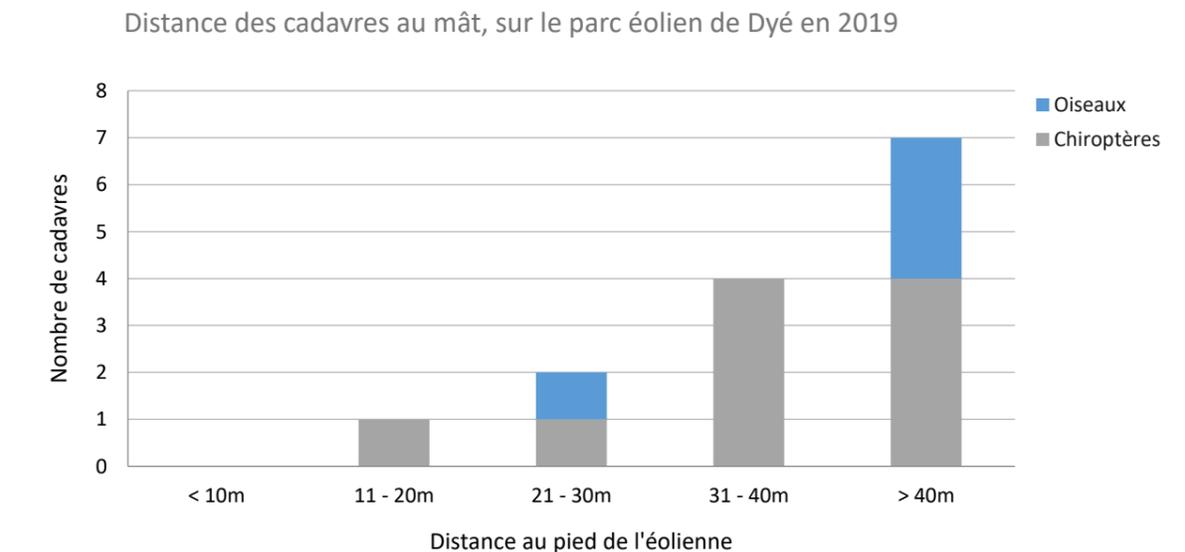
$$N = 10 * \exp[0,276 + 0,471 * \log_{10}(I + 1) + 0,463 * \log_{10}(b + 1) + 0,45 * \log_{10}(M + 1) + 0,638 * \log_{10}(C + 1) - 0,432 * \log_{10}(p + 1) - 3,633 * \log_{10}(d + 1)] - 1$$

III.2. Résultats des suivis de mortalité

Le suivi de mortalité du parc éolien de Dyé est basé sur un passage par semaine entre mai et octobre, soit une pression d'échantillonnage relativement importante. L'ensemble des éoliennes a été suivi au cours de 24 passages réalisés aux dates listées dans le Tableau 8. Au total, 14 cadavres ont été retrouvés au cours des suivis de mortalité.



Graphique 10 : Répartition des cadavres en fonction des éoliennes du parc éolien de Dyé.



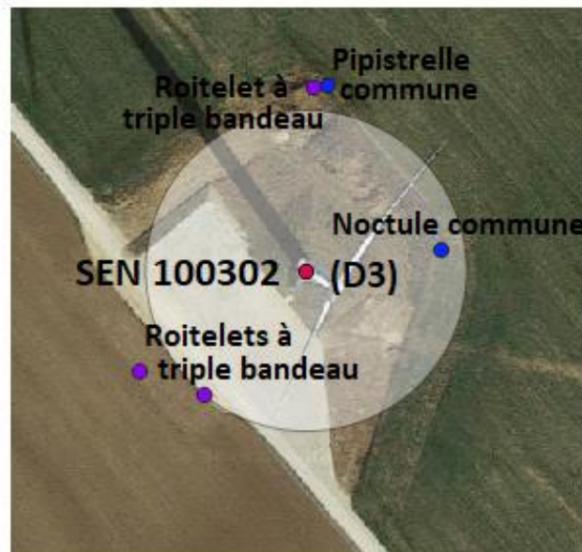
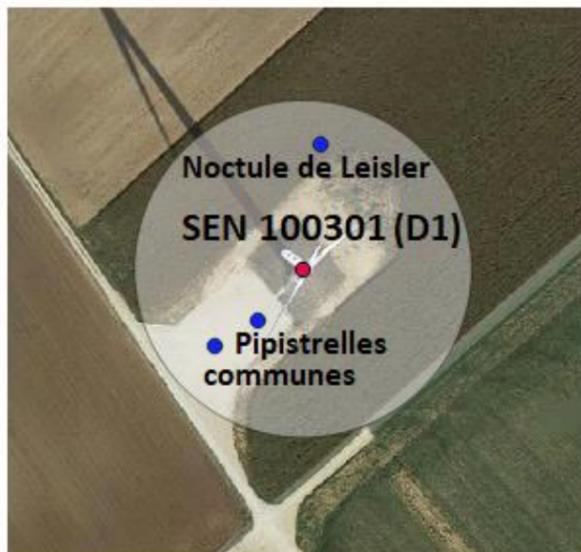
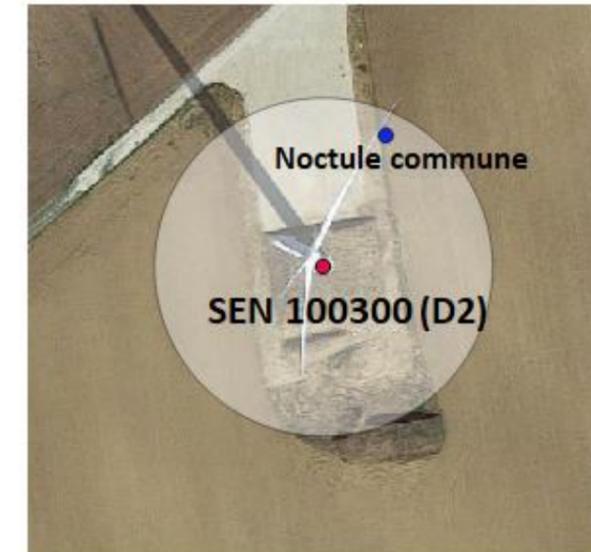
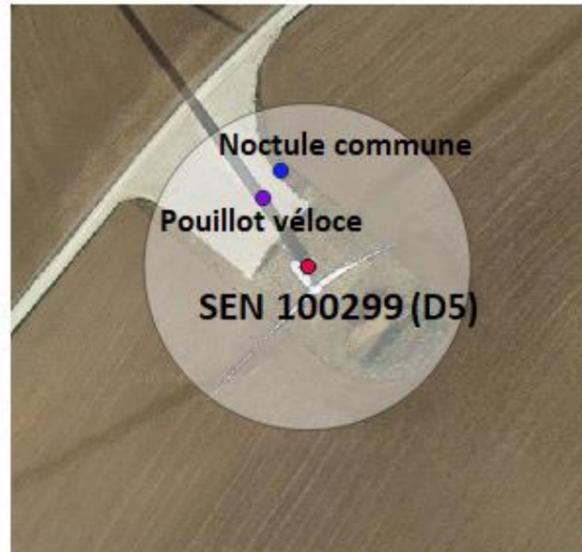
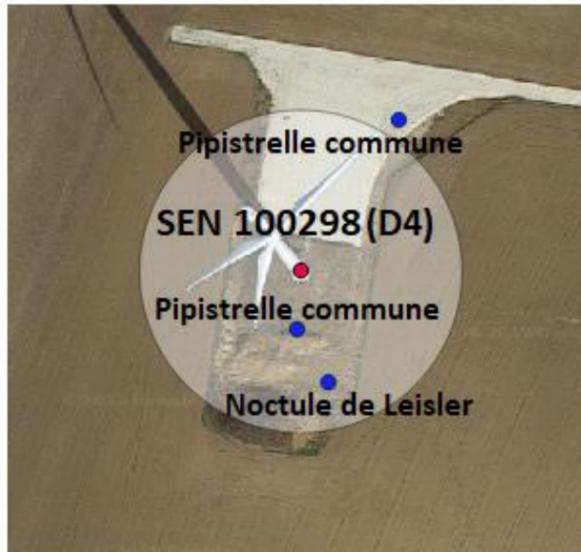
Graphique 11 : Répartition de la position des cadavres en fonction de la distance au mât, sur le parc éolien de Dyé.

Espèce	Nom latin	Type	Statut de conservation	Age	Coordonnées GPS	Eolienne proche	Distance au mât	Orientation p/ au mât	Date	Heure
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Chiroptère	VU	Adulte	47.8874444 ; 3.8508889	SEN 100302 (D3)	40 m	Est	01/08/2019	10h45
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Chiroptère	VU	Adulte	47.8818889 ; 3.8475833	SEN 100299 (D5)	33 m	Nord	07/08/2019	09h00
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Chiroptère	NT	Adulte	47.890411 ; 3.847876	SEN 100301 (D1)	45 m	Nord	28/08/2019	11h15
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Chiroptère	NT	Adulte	47.8896944 ; 3.8474167	SEN 100301 (D1)	37 m	Sud-Ouest	28/08/2019	11h15
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Chiroptère	VU	Adulte	47.8858333 ; 3.8430556	SEN 100300 (D2)	45 m	Nord	28/08/2019	12h10
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Chiroptère	NT	Adulte	47.8808056 ; 3.8409167	SEN 100298 (D4)	36 m	Sud	11/09/2019	09h30
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	Passereau	LC	Adulte	47.8871389 ; 3.8496944	SEN 100302 (D3)	58 m	Sud-Ouest	11/09/2019	11h20
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Chiroptère	NT	Adulte	47.8809167 ; 3.8407222	SEN 100298 (D4)	30 m	Sud	18/09/2019	14h20
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Chiroptère	NT	Adulte	47.8878611 ; 3.8503611	SEN 100302 (D3)	55 m	Nord	18/09/2019	16h30
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Chiroptère	NT	Adulte	47.8897778 ; 3.8475833	SEN 100301 (D1)	20 m	Sud-Ouest	18/09/2019	17h10
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Chiroptère	NT	Adulte	47.8815 ; 3.84116667	SEN 100298 (D4)	55 m	Nord-Est	24/09/2019	10h50
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	Passereau	LC	Adulte	47.887012 ; 3.849902	SEN 100302 (D3)	50 m	Sud-Ouest	10/10/2019	11h50
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	Passereau	LC	Adulte	47.8818889 ; 3.8474167	SEN 100299 (D5)	25 m	Nord-Ouest	16/10/2019	11h50
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	Passereau	LC	Adulte	47,887784 ; 3,850345	SEN 100302 (D3)	55 m	Nord	21/10/2019	15h20

Tableau 9 : Liste des oiseaux et des chauves-souris retrouvés lors des suivis de mortalité dans le parc éolien de Dyé.

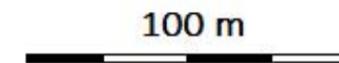
Localisation des cadavres retrouvés

Parc éolien de Dyé Yonne (89)



Légende :

- Eolienne
- Cadavre de chiroptère
- Cadavre d'oiseau



Sens Of Life 2019. Fond de carte : Google Earth Pro.

Carte 4 : Localisation des cadavres retrouvés sous les éoliennes du parc éolien de Dyé entre mai et octobre 2019

III.3. Estimation du nombre effectif de victimes et facteurs de correction

III.3.1. Test de prédation

Le taux de prédation sur le parc éolien de Dyé a été évalué grâce au calcul du temps de séjour moyen d'un cadavre et du taux de persistance des cadavres. Le taux de prédation dépend de la couverture au sol et de la proximité des éoliennes à des éléments du réseau écologique attirant potentiellement des prédateurs.

Le temps de séjour moyen d'un cadavre est estimé à 2,1 jours et le taux de persistance au deuxième jour est estimé à 43 %. Les résultats de ce test montrent que la prédation sur le site d'étude est élevée : étant donné que l'intervalle moyen entre deux prospections est de 7 jours, une chauve-souris ou un oiseau, tué durant les premières nuits suivant une recherche, aura une faible probabilité d'être retrouvé lors de la recherche suivante.

III.3.2. Test du taux de détection

Le taux de détection de l'observateur a été calculé au moyen d'un test : 4 leurres d'oiseaux, de différentes tailles pour représenter les différents groupes, et 10 leurres de chauves-souris ont été éparpillés dans la zone prospectable sous chaque éolienne. Ce test a été effectué deux fois, permettant de faire une estimation moyenne de l'efficacité de l'observateur sous chaque éolienne (Tableau 10).

Eolienne	Leurres retrouvés (14/08/2019)		Taux de détection (14/08/2019)		Leurres retrouvés (10/10/2019)		Taux de détection (10/10/2019)		Taux de détection moyen	
	Oiseaux	Chiros	Oiseaux	Chiros	Oiseaux	Chiros	Oiseaux	Chiros	Oiseaux	Chiros
SEN 100303 (D6)	4	8	100%	80%	4	6	100%	60%	100%	70%
SEN 100302 (D3)	4	5	100%	50%	4	8	100%	80%	100%	65%
SEN 100301 (D1)	4	6	100%	60%	4	5	100%	50%	100%	55%
SEN 100300 (D2)	4	7	100%	70%	4	7	100%	70%	100%	70%
SEN 100299 (D5)	4	8	100%	80%	4	6	100%	60%	100%	70%
SEN 100297 (D7)	4	8	100%	80%	4	9	100%	90%	100%	85%
SEN 100298 (D4)	4	9	100%	90%	4	9	100%	90%	100%	90%
Moyenne du parc			100%	73%	Moyenne du parc	100%	71%	100%	72%	

Tableau 10 : Évaluation du taux de détection de cadavres sous chaque éolienne du parc éolien Dyé.

Le taux de détection sous les éoliennes varie de 50% à 100%, avec une excellente détection moyenne de 100% pour les oiseaux et une plus faible détection moyenne de 72% pour les chiroptères, sur l'ensemble du parc éolien.

III.3.3. Estimation de la mortalité réelle

a) Mortalité réelle des oiseaux sur le parc éolien de Dyé

Les formules présentées précédemment ont été appliquées sur l'ensemble des données brutes de mortalité des oiseaux (Tableau 11), puis la mortalité estimée a été corrigée selon la surface réellement prospectée (Tableau 12).

Éolienne	Taux de détection	Nombre de cadavres découverts	Calcul de la mortalité estimée			
			Bastos <i>et al.</i> (2013)	Jones <i>et al.</i> (2009)	Huso (2010)	Erickson <i>et al.</i> (2005)
SEN 100303 (D6)	1,00	0	1,1	-	-	-
SEN 100302 (D3)	1,00	3	4,1	25,2	16,64	9,8
SEN 100301 (D1)	1,00	0	1,1	-	-	-
SEN 100300 (D2)	1,00	0	1,1	-	-	-
SEN 100299 (D5)	1,00	1	2,3	8,4	5,55	3,3
SEN 100297 (D7)	1,00	0	1,1	-	-	-
SEN 100298 (D4)	1,00	0	1,1	-	-	-
Parc	1,00	4	10,0	33,6	22,19	13,1
Nombre d'oiseaux/éolienne			1,4	4,8	3,2	1,9

Tableau 11 : Mortalité estimée des oiseaux selon les formules de Bastos *et al.* (2013), Jones *et al.* (2009), Huso (2010) et Erickson *et al.* (2005) sur le parc éolien de Dyé, entre mai et octobre 2019.

Eolienne	Nombre de cadavres découverts	Surface prospectée (%)	Calcul de la mortalité estimée corrigée			
			Bastos <i>et al.</i> (2013)	Jones <i>et al.</i> (2009)	Huso (2010)	Erickson <i>et al.</i> (2005)
SEN 100303 (D6)	0	67,5%	1,5	-	-	-
SEN 100302 (D3)	3	70,8%	5,3	32,5	21,5	12,7
SEN 100301 (D1)	0	70,4%	1,4	-	-	-
SEN 100300 (D2)	0	68,8%	1,5	-	-	-
SEN 100299 (D5)	1	70,6%	2,9	10,9	7,2	4,2
SEN 100297 (D7)	0	70,0%	1,4	-	-	-
SEN 100298 (D4)	0	69,6%	1,4	-	-	-
Parc	4	69,7%	13,0	43,8	28,9	17,0
Nombre d'oiseaux/éolienne			1,9	6,3	4,1	2,4
Intervalles de confiance à 95%			1,1	9,1	6,0	3,5

Tableau 12 : Mortalité des oiseaux, corrigée selon les coefficients surfaciques, sur le parc éolien de Dyé, entre mai et octobre 2019. Les éoliennes indiquées en vert présentent une mortalité conforme à la bibliographie et celles indiquées en jaune une mortalité parfois élevée selon la formule utilisée (Marx, 2017).

En utilisant les biais testés sur le parc éolien, la mortalité réelle des oiseaux sur le parc éolien de Dyé est estimée entre 1,9 (Bastos *et al.*, 2013) et 6,3 (Jones *et al.*, 2009) oiseaux tués, sur la période d'étude, de mai à octobre 2019. Pour les parcs en Zone de Protection Spéciale (ZPS), une mortalité brute de 2,2 oiseaux/éolienne/an, avec une mortalité réelle estimée moyenne de 7 oiseaux/éolienne/an (Marx, 2017) est attendue. En 2019, la mortalité réelle des oiseaux sur le parc éolien de Dyé est donc conforme aux chiffres trouvés dans la bibliographie.

L'application EolApp², développée par Aurélien Besnard et Cyril Bernard (CNRS), permet également d'obtenir des estimations de mortalité liée aux éoliennes avec des intervalles de confiance à 90% et 97,5%. Les données de mortalité de l'avifaune, récoltées sur le parc éolien de Dyé en 2019, ont ainsi été traitées par cette application et les résultats suivants ont été obtenus.

Formule utilisée pour l'estimation de la mortalité	Mortalité estimée de l'avifaune					
	Sur le parc éolien de Dyé			Par éolienne		
	Mortalité médiane	Intervalle de confiance à 90%	Intervalle de confiance à 97,5%	Mortalité médiane	Intervalle de confiance à 90%	Intervalle de confiance à 97,5%
Erickson <i>et al.</i> (2005)	18,67	36,52	53,33	2,67	5,22	7,62
Huso (2010)	19,53	38,81	76,07	2,79	5,54	10,87
Winkelmann (1992)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Jones <i>et al.</i> (2009)	29,26	81,25	243,75	4,18	11,61	34,82

Tableau 13 : Récapitulatif des estimations de mortalité réelle sur le parc éolien de Dyé en 2019, obtenues par l'application EolApp (CNRS).

Sur le parc éolien de Dyé, la prédation trop importante empêche l'application de la formule de Winkelmann (1992) car aucun cadavre n'a perduré au-delà de l'intervalle entre deux suivis lors des deux tests de prédation. De plus, nous pouvons remarquer que les intervalles de confiance sont parfois beaucoup plus importants que la mortalité médiane. Sur le sujet de cette grande différence, le créateur de l'application EolApp, Aurélien Besnard, a répondu qu'une estimation ponctuelle (médiane) a peu de sens pour des effectifs de cadavres tels que ceux trouvés sur le parc éolien de Dyé.

b) Mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Dyé

Les formules présentées précédemment ont été appliquées sur l'ensemble des données brutes de mortalité des chiroptères (Tableau 14), puis la mortalité estimée a été corrigée selon la surface réellement prospectée (Tableau 15).

Éolienne	Taux de détection	Nombre de cadavres découverts	Calcul de la mortalité estimée			
			Bastos <i>et al.</i> (2013)	Jones <i>et al.</i> (2009)	Huso (2010)	Erickson <i>et al.</i> (2005)
SEN 100303 (D6)	0,70	0	2,8	-	-	-
SEN 100302 (D3)	0,65	2	7,5	25,8	17,1	10,1
SEN 100301 (D1)	0,55	3	11,9	45,8	30,3	17,8
SEN 100300 (D2)	0,70	1	4,9	12,0	7,9	4,7
SEN 100299 (D5)	0,70	1	4,9	12,0	7,9	4,7
SEN 100297 (D7)	0,85	0	1,8	-	-	-
SEN 100298 (D4)	0,90	3	5,1	28,0	18,5	10,9
Parc	0,72	10	30,3	127,2	76,9	45,3
Nombre de chiroptères/éolienne			4,3	18,2	11,0	6,5

Tableau 14 : Mortalité estimée des chiroptères selon les formules de Bastos *et al.* (2013), Jones *et al.* (2009), Huso (2010) et Erickson *et al.* (2005) sur le parc éolien de Dyé, entre mai et octobre 2019.

Éolienne	Nombre de cadavres découverts	Surface prospectée (%)	Calcul de la mortalité estimée corrigée			
			Bastos <i>et al.</i> (2013)	Jones <i>et al.</i> (2009)	Huso (2010)	Erickson <i>et al.</i> (2005)
SEN 100303 (D6)	0	67,5%	3,7	-	-	-
SEN 100302 (D3)	2	70,8%	9,7	33,4	22,0	13,0
SEN 100301 (D1)	3	70,4%	15,4	59,3	39,2	23,1
SEN 100300 (D2)	1	68,8%	6,5	15,7	10,4	6,1
SEN 100299 (D5)	1	70,6%	6,4	15,5	10,3	6,0
SEN 100297 (D7)	0	70,0%	2,3	-	-	-
SEN 100298 (D4)	3	69,6%	6,7	36,5	24,1	14,2
Parc	10	69,7%	39,5	165,7	100,2	59,0
Nombre de chiroptères/éolienne			5,6	23,7	14,3	8,4
Intervalles de confiance à 95%			3,2	15,9	10,5	6,2

Tableau 15 : Mortalité des chiroptères, corrigée selon les coefficients surfaciques, sur le parc éolien de Dyé, entre mai et octobre 2019. Les éoliennes indiquées en vert présentent une mortalité conforme à la bibliographie et celles indiquées en rouge présentent une mortalité plus élevée (Rydell *et al.*, 2010).

En utilisant les biais testés sur le parc éolien, la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Dyé est estimée entre 5,6 (Bastos *et al.*, 2013) et 23,7 (Jones *et al.*, 2009) chiroptères tués, sur la période d'étude, de mai à octobre 2019.

Selon Rydell *et al.* (2010), le contexte paysager du site d'implantation influence le taux de mortalité des éoliennes, qui est maximal dans les parcs situés dans le littoral ou sur des crêtes et moins important dans des parcs sur des plaines agricoles homogènes (0-3 individus impactés/éolienne/an) ou des paysages bocagers et agricoles (2-5 chauves-souris impactées/éolienne/an). Le contexte paysager du parc éolien est assimilable à la première configuration décrite par cet auteur. En 2019, la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Dyé est donc plus élevée par rapport aux chiffres trouvés dans la bibliographie.

L'application EolApp, développée par Aurélien Besnard et Cyril Bernard (CNRS), permet d'obtenir les intervalles de confiance à 90% et 97,5% des estimations de mortalité liée aux éoliennes. Les données de mortalité des chiroptères, récoltées sur le parc éolien de Dyé en 2019, ont ainsi été traitées par cette application et les résultats suivants ont été obtenus.

Formule utilisée pour l'estimation de la mortalité	Mortalité estimée des chiroptères					
	Sur le parc éolien de Dyé			Par éolienne		
	Mortalité médiane	Intervalle de confiance à 90%	Intervalle de confiance à 97,5%	Mortalité médiane	Intervalle de confiance à 90%	Intervalle de confiance à 97,5%
Erickson <i>et al.</i> (2005)	62,99	123,27	179,83	9,00	17,61	25,69
Huso (2010)	66,93	137,34	247,49	9,56	19,62	35,36
Winkelmann (1992)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Jones <i>et al.</i> (2009)	99,35	274,44	613,43	14,19	39,21	87,63

Tableau 16 : Récapitulatif des estimations de mortalité réelle sur le parc éolien de Dyé en 2019, obtenues par l'application EolApp (CNRS).

Les commentaires émis sur les résultats de mortalité réelle obtenus par l'application EolApp sur les oiseaux sont également valables pour ceux obtenus pour les chiroptères.

² Site internet <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>

III.4. Sensibilité des espèces retrouvées

Pour les oiseaux, la note de sensibilité à l'activité éolienne est déterminée en fonction de la mortalité européenne constatée (Dürr, 2020) pondérée par l'abondance relative de l'espèce, c'est-à-dire le nombre de couple nicheurs (BirdLife International) :

- Mortalité représentant plus de 1 % du nombre de couples nicheurs : note de 4
- Mortalité représentant entre 0,1 % et 1 % du nombre de couples nicheurs : note de 3
- Mortalité représentant entre 0,01 % et 0,1 % du nombre de couples nicheurs : note de 2
- Mortalité représentant entre 0,001 % et 0,01 % du nombre de couples nicheurs : note de 1
- Mortalité représentant moins de 0,001 % du nombre de couples nicheurs : note de 0

Pour les chiroptères, les données de population à l'échelle de l'Europe ne sont pas aussi précises, la note de sensibilité à l'activité éolienne est donc le rapport entre la mortalité européenne constatée de l'espèce sur celle toutes espèces de chiroptères confondues (Dürr, 2020) :

- Mortalité de l'espèce représentant plus de 5 % de la mortalité totale : note de 4
- Mortalité de l'espèce représentant entre 0,5 % et 5 % de la mortalité totale : note de 3
- Mortalité de l'espèce représentant entre 0,1 % et 0,5 % de la mortalité totale : note de 2
- Mortalité de l'espèce représentant moins de 0,1 % de la mortalité totale : note de 1

Enfin, la note de risque, ou vulnérabilité à l'éolien, est le résultat du croisement entre l'enjeu de conservation d'une espèce au niveau national (IUCN, 2017, Tableau 31) et sa sensibilité avérée à l'activité des parcs éoliens, selon la matrice ci-dessous :

		Sensibilité à l'éolien				
		0	1	2	3	4
Enjeu de conservation	Espèce non protégée	0,5				
	DD, NA, NE	0,5	1	1,5	2	2,5
	LC	1	1,5	2	2,5	3
	NT	1,5	2	2,5	3	3,5
	VU	2	2,5	3	3,5	4
	CR, EN	2,5	3	3,5	4	4,5

Figure 9 : Calcul de la note de risque d'une espèce à l'éolien, en fonction de sa sensibilité et de son statut de conservation.

III.4.1. Chiroptères

La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) est une espèce d'intérêt communautaire (Directive Habitats, Annexe IV ; Convention Bonn, Annexe II ; EUROBATS Annexe I ; Convention de Berne, Annexe II) et classée comme « Quasi-menacée » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine. Sur son secteur de chasse, elle vole entre 5 et 30m de hauteur mais elle peut ponctuellement utiliser le milieu aérien (notamment au-dessus de la canopée ou en transit). Les animaux se dispersent en moyenne dans un rayon de 1,3 km autour des colonies (Dietz, 2009), très rarement à plus de 5 km (Arthur et Lemaire, 2009). Ses plus longs déplacements sont saisonniers, depuis des secteurs de mise-bas vers des secteurs de reproduction (« swarming ») ou vers des secteurs d'hivernage situés généralement à moins de 20km les uns des autres. L'espèce étant liée à des zones fortement anthropisées, les éoliennes à proximité des habitations ont une forte incidence sur l'espèce, avec une mortalité élevée par collision avec les pales des éoliennes ou par barotraumatisme. Il semblerait qu'elles s'approchent de ces structures par simple curiosité (MJ Dubourg-Savage, 2004). Concernant la mortalité, 2386 cas ont été attribués de manière certaine à la Pipistrelle commune. C'est l'espèce dont les cas de mortalités relevés par Dürr (2020) sont les plus nombreux en Europe. En définitif, la Pipistrelle commune apparaît comme très sensible au risque de mortalité. Les éoliennes situées à proximité de lisières dont le champ de rotation des pales est proche des supports d'écholocation de l'espèce (lisière, canopée etc.) semblent être les plus à risque. **La note de risque est élevée pour cette espèce (3/4,5)**. En 2019, cinq individus de cette espèce ont été retrouvés sous les éoliennes du parc de Dyé lors des suivis de mortalité, tous en période de transition automnale.



Figure 10 : Pipistrelle commune. CCO domaine public.



Figure 11 : Noctule commune. CCO domaine public.

La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe II de la Convention Bonn, annexe I de l'accord EUROBATS et annexe II de la Convention de Berne) et classée comme « Vulnérable » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine. La Noctule commune peut chasser sur une grande diversité d'habitats (du massif forestier à la prairie, en passant par des zones humides et des secteurs urbanisés). Elle survole le plus souvent ces secteurs de chasse à haute altitude (30 à 100 mètres). Ses territoires de chasse sont vastes (jusqu'à 50 hectares) et sont éloignés du gîte d'environ 10km en moyenne (Dietz, 2009). Elle chasse le plus souvent en groupe, et consomme ses proies en vol. La Noctule commune est la 3^{ème} espèce la plus touchée par l'impact éolien en Europe : 1543 cas de mortalité ont été attribués de manière

certaine à la Noctule commune (Dürr, 2020). Son comportement de chasse et ses déplacements à des altitudes élevées la rendent particulièrement sensible à cet impact. **La note de risque est la plus élevée chez les chiroptères (4/4,5)**. En 2019, trois individus de cette espèce ont été retrouvés sous les éoliennes du parc de Dyé lors des suivis de mortalité, deux en période d'élevage des jeunes et le dernier en début de transition automnale.

La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) est une espèce d'intérêt communautaire (Directive Habitats, Annexe IV ; Convention Bonn, Annexe II ; EUROBATS Annexe I ; Convention de Berne, Annexe II) et classée comme « Quasi menacé » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine, ainsi que sur celle de la Bourgogne-Franche-Comté. C'est une espèce d'Europe centrale dont la répartition s'étend vers le Sud jusqu'en Espagne en même temps qu'elle se raréfie. La migration de printemps semble se dérouler durant le mois d'avril. Les retours dans le sud de l'Europe interviennent à partir de début août et peuvent être effectifs jusqu'au mois d'octobre. Elle accomplit de très longs déplacements (pouvant atteindre 1567 km entre le Nord de l'Allemagne et l'Espagne). Durant sa chasse, la Noctule de Leisler peut voler à des hauteurs de vol de plus de 100m, notamment au-dessus de la canopée. La Noctule de Leisler est la 4^{ème} espèce la plus touchée par l'impact éolien en Europe : 712 cas de mortalité ont été attribués de manière certaine (Dürr, 2020). Sa technique de chasse en hauteur et ses grands déplacements à des altitudes à risque expliquent sa sensibilité. **La note de risque est élevée pour cette espèce (3/4,5)**. En 2019, deux individus de cette espèce ont été retrouvés sous les éoliennes du parc de Dyé lors des suivis de mortalité, tous deux en période de transition automnale.



Figure 12 : Noctule de Leisler.
CCO domaine public.

III.4.2. Oiseaux

Le **Roitelet à triple bandeau** (*Regulus ignicapilla*) est inscrit en annexe II de la convention de Berne et n'est pas considéré comme menacé sur la liste rouge des oiseaux nicheurs en France. Cette espèce est sensible aux éoliennes, puisqu'on dénombre 261 cas de mortalité en Europe, dont 160 en France (Dürr, 2020). **La note de risque est faible (1,5/4,5)**. En 2019, trois individus de cette espèce ont été retrouvés sous les éoliennes du parc de Dyé lors des suivis de mortalité, tous au mois de septembre, c'est-à-dire en période de migration postnuptiale. Ces migrants nocturnes sont particulièrement impactés par les éoliennes, peut-être en raison de la faible visibilité ou de l'attractivité des éclairages nocturnes (Aschwanden *et al.*, 2018, Haupt, 2009) mais rien n'a été prouvé. De plus, leur très petite taille, et donc possiblement leur plus faible probabilité d'être retrouvés, engendrerait une sous-estimation de l'impact réel des parcs éoliens sur ces populations.



Figure 13 : Roitelet à triple bandeau.
CCO domaine public.



Figure 14 : Pouillot véloce.
CCO domaine public.

Le **Pouillot véloce** (*Phylloscopus collybita*) est inscrit en annexe III de la convention de Berne et n'est pas considéré comme menacé sur la liste rouge des oiseaux nicheurs en France. Cette espèce est peu sensible aux éoliennes, puisqu'on dénombre 56 cas de mortalité en Europe, dont 15 en France (Dürr, 2020). **La note de risque est faible (1/4,5)**. En 2019, un seul individu de cette espèce a été retrouvé sous les éoliennes du parc de Dyé lors des suivis de mortalité, en période de migration postnuptiale.

⇒ Synthèse du suivi de mortalité du parc éolien de Dyé

Au total, 14 individus ont été retrouvés morts au pied des éoliennes du parc éolien de Dyé. Parmi eux, on dénombre 4 oiseaux de deux espèces différentes : le **Roitelet à triple bandeau** (*Regulus ignicapilla*) et le **Pouillot véloce** (*Phylloscopus collybita*), qui possèdent tous deux une note de risque faible (respectivement 1,5/4,5 et 1/4,5). Une fois cette mortalité brute corrigée avec les biais de prédation et d'observateur, ainsi qu'avec la surface réellement prospectée, la mortalité réelle estimée varie entre 1,9 (Bastos *et al.*, 2013) et 2,4 (Erickson *et al.*, 2000) oiseaux tués par éolienne et par an. Le parc éolien de Dyé a donc une mortalité conforme aux chiffres annoncés par Marx (2017), bien qu'elle se concentre en période de migration postnuptiale.

Sur les 14 individus retrouvés au pied des éoliennes, on dénombre également 10 chiroptères de trois espèces différentes. La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) et la **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) présentent toutes deux une note de risque élevée (3/4,5) mais c'est la **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) qui présente la note de risque la plus élevée chez les chiroptères. Une fois la mortalité brute corrigée avec les biais de prédation et d'observateur, ainsi qu'avec la surface réellement prospectée, la mortalité réelle estimée varie entre 5,6 (Bastos *et al.*, 2013) et 8,4 (Erickson *et al.*, 2000) chiroptères tués par éolienne et par an. Le parc éolien de Dyé a donc une mortalité plus élevée que les chiffres annoncés par Rydell *et al.* (2010), surtout en période d'élevage des jeunes et de transition automnale.

IV. Discussion

IV.1. Sensibilité des oiseaux

L'effet des parcs éoliens sur l'avifaune est très variable et dépend de plusieurs facteurs :

- La phénologie des espèces (hivernage, nidification, passage migratoire ou oiseaux sédentaires) et les modalités d'utilisation du site par les oiseaux ;
- La sensibilité des espèces aux différents effets potentiels de l'activité éolienne :
 - o Effets directs (Smith & Dwyer, 2016) : la collision directe avec les pales d'éoliennes, causant la mort des individus,
 - o Effets indirects (Smith & Dwyer, 2016) : les perturbations ou dérangements, qui provoquent l'évitement de ces infrastructures et se manifestent de différente façon : la perte d'habitat et l'effet « barrière ».
- Les caractéristiques du projet (nombre et positionnement des éoliennes, hauteur des mâts, orientation du parc...), de l'environnement local (Kitano & Shiraki, 2013) et des conditions météorologiques (Barrios & Rodríguez, 2004; de Lucas et al., 2008; Kerlinger et al., 2010).

Les données de la littérature scientifique internationale sur les suivis de parcs éoliens en phase d'exploitation permettent d'apprécier des sensibilités divergentes pour deux catégories d'espèces :

- Une première sensible aux perturbations engendrées par ces infrastructures, qui subissent l'effet « barrière », l'éloignement, voire de dérangement au nid, et donc au risque de perte de territoire vital. Ces espèces farouches sont en général peu sensibles au risque de collision ;
- La seconde, à l'inverse, avec des espèces sensibles aux risques de collision avec les pales, qui sont moins concernées par les effets d'évitement (Grünkorn *et al.*, 2009), de perte de territoire ou de dérangement.

Cette approche caricaturale nécessite beaucoup de précautions dans l'analyse des impacts d'un projet éolien. Les paragraphes suivants détaillent l'état actuel des connaissances sur les sensibilités de l'avifaune en fonction des espèces, et de leur statut sur site.

IV.1.1. Collision

En comparaison avec d'autres origines anthropiques (lignes électriques, routes, prédation par les animaux domestiques, chasse, pesticides...), les parcs éoliens ont un faible impact sur la mortalité directe de l'avifaune (Erickson *et al.*, 2005; Loss *et al.*, 2015).

Le risque de collision avec les éoliennes est très variable et dépend :

- De la sensibilité des espèces, avec plusieurs groupes d'espèces impactées (migrateurs : Johnson *et al.*, 2003 ; déclin d'une population de *Lyrurus tetrrix* : Zeiler & Grünschachner-Berger, 2009 ; les rapaces : de Lucas *et al.*, 2008 ; Hernández-Pliego *et al.*, 2015 ; les oiseaux chanteurs : Morinha *et al.*, 2014).
- De la saison (Barrios & Rodríguez, 2004) ;
- Des caractéristiques du site d'étude (de Lucas *et al.*, 2008 ; Marques *et al.*, 2014 ; Thaxter *et al.*, 2017)

Cette affirmation est confirmée au niveau national par de nombreuses publications scientifiques, comme le confirme la synthèse des suivis de mortalité réalisée par la LPO sur 12,5% des parcs éoliens en exploitation en France (Marx, 2017).

Cause de mortalité en France (LPO, AMBE – 2010)	Estimation de la mortalité annuelle	
Ligne HT (> 63 kV)	80 à 120 oiseaux / km / an (en zone sensible) / réseau aérien de 10 000 km : estimation = 8 à 12 millions / an.	
Ligne MT (20 à 63 kV)	40 à 100 oiseaux / km / an (en zone sensible) / réseau aérien de 460 000 km : estimation = 18 à 46 millions / an.	
Autoroute	30 à 100 oiseaux / km / an / réseau terrestre de 10 000 km : estimation = 300 000 à 1 million / an.	
Cause de mortalité aux USA (Erickson <i>et al.</i> 2005)	Estimation de la mortalité annuelle	Pourcentage
Bâtiments et fenêtres	550 000 000	58,20%
Installations électriques (pylônes et câbles)	130 000 000	13,70%
Chats (prédation)	100 000 000	10,60%
Véhicules (trafic routier)	80 000 000	8,50%
Antennes et tours de communication	4 500 000	0,50%
Eoliennes	28 500	<0,01%
Avions	25 000	<0,01%
Autres causes (marées noires, pêches accidentelles, etc.)	Non calculée	Non calculé

Tableau 17 : Comparaison indicative des différentes causes de mortalité anthropique de l'avifaune en France (en haut, LPO, AMBE - 2010) et aux Etats-Unis (en bas, Erickson *et al.*, 2005)

Le manque de standardisation de protocoles de suivi de mortalité et la robustesse très variable de ces suivis (Marx, 2017) empêchent d'avoir des chiffres de mortalité représentatifs par pays. En France, les données varient entre 0,74 oiseau/éolienne/an (sur les 91 parcs qui ont réalisé des suivis de mortalité entre 1997 et 2015) à 2,15 oiseaux/éolienne/an (sur les 9 parcs analysés avec des suivis plus robustes, réalisés sur 48 semaines avec 1 prospection/semaine et un rayon de 50 mètres).

Le nombre de cadavres dans le monde est inconnu (Pagel *et al.*, 2013), mais ceux comptabilisés jusqu'à présent en Europe s'élèvent à 15 017 oiseaux de plus de 250 espèces différentes, dont 5 545 cas de mortalité en Espagne, 4 196 cas en Allemagne, 1 791 cas en Belgique et 1 391 cas en France (Dürr, 2020).

Les espèces les plus touchées en Europe (Dürr, 2020) sont :

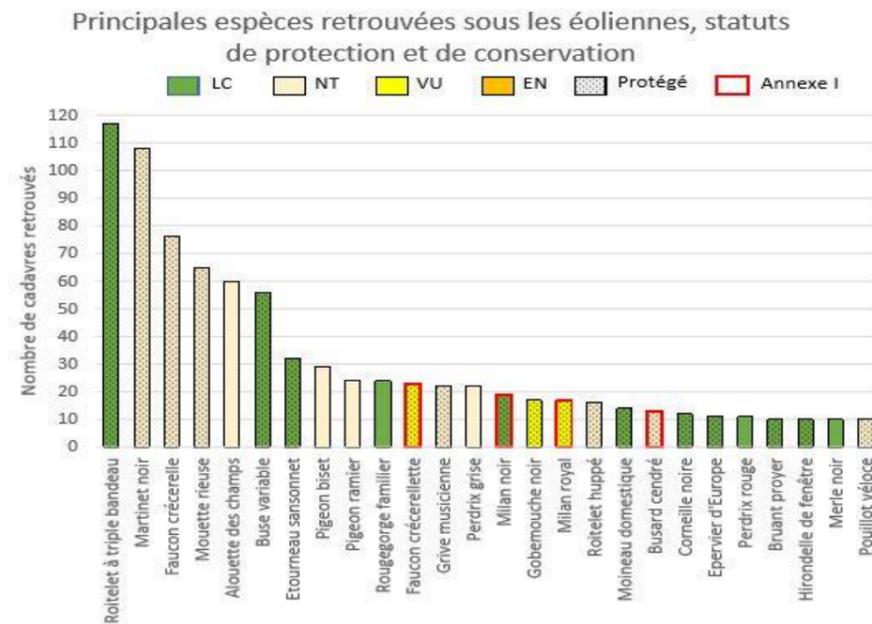
- Le Vautour fauve (quasi exclusivement en Espagne),
- Le Goéland argenté puis la Mouette rieuse (en Belgique essentiellement),
- La Buse variable (en Allemagne principalement),
- La Mouette rieuse (en Belgique principalement),
- Le Milan royal (en Allemagne principalement),
- Le Faucon crécerelle (en Espagne et en moindre mesure en France et Allemagne),
- Le Martinet noir (surtout en France et en Allemagne),
- L'Alouette des champs (surtout en Allemagne, France et Espagne),
- Le Canard colvert (en Allemagne principalement),
- Le Pygargue à queue blanche (en Allemagne principalement),
- Le Bruant proyer (en Espagne principalement).

Même si le nombre de cadavres augmente à chaque actualisation de la synthèse des données de mortalité en Europe réalisée par Tobias Dürr, l'ordre du classement reste sensiblement le même depuis 2015, confirmant la sensibilité de ces espèces à l'impact éolien.

En France, les oiseaux les plus impactés par les éoliennes sont les Passériformes, avec 49,3% des cadavres totaux (Marx, 2017). Les espèces les plus sensibles sont les suivantes (Dürr, 2020 ; Marx, 2017) :

- Le Roitelet triple-bandeau (en migration postnuptiale essentiellement),
- Le Martinet noir (envol des jeunes et migration),
- Le Faucon crécerelle (espèce la plus touchée au niveau de la population nationale),

- L'Alouette des champs,
- La Buse variable (en migration postnuptiale essentiellement),
- La Mouette rieuse,
- L'Étourneau sansonnet...



Graphique 12 : Principales espèces retrouvées sous les éoliennes en France (Marx, 2016)

Pour les oiseaux migrateurs, le risque de collision peut dépendre de la hauteur de déplacement, de la phénologie migratoire des espèces (solitaire, en groupes familiaux, sociaux, etc.), mais aussi de l'importance du flux migratoire (probabilité de collision proportionnelle aux effectifs). Le rapport entre intensité de la migration et nombre de victimes de collisions, au sein de la période de migration n'est cependant pas toujours vérifié, et est plus complexe qu'on ne le pensait jusqu'à présent. Les conditions de visibilité, dépendantes de la météo, jouent certainement un grand rôle (Aschwanden *et al.*, 2018). Le risque de collision dépend donc des éoliennes, certaines étant plus impactantes que d'autres, par leur emplacement ou leur disposition (en zone de nidification d'une espèce sensible, perpendiculaire aux axes migratoires majeurs, mât treillis...) (Thaxter *et al.*, 2017 ; Marques *et al.*, 2020).

Les oiseaux sédentaires et nicheurs semblent intégrer la présence des éoliennes sur leur territoire et se tiennent en général à distance des turbines (100-300 m) (Strickland *et al.*, 2001 ; Winkelman, 1992 ; Thomas, 2000) sauf en cas de facteur attractif à proximité comme des champs labourés ou moissonnés qui augmentent les ressources alimentaires (Janss, 1998 ; Pedersen & Poulsen, 1991 ; Winkelman, 1985). Les oiseaux semblent toutefois capables de percevoir si les éoliennes sont en fonctionnement et de réagir en conséquence (Albouy *et al.*, 1997), bien que certaines espèces apparaissent moins aptes à prendre en compte la présence des éoliennes lorsqu'ils sont concentrés sur une proie (cas notamment des vautours et des milans qui ne nichent pas près du parc). La sensibilité varie néanmoins d'une espèce à l'autre suivant son mode de vie et sa façon de percevoir un parc éolien dans son environnement. Les espèces les plus sensibles aux collisions sont souvent aussi celles qui sont les moins farouches. Inversement, les espèces les plus sensibles au risque d'évitement ou aux effets « barrière », sont aussi les moins sensibles au risque de collision.

Les rapaces et les migrateurs nocturnes sont généralement considérés comme les plus exposés au risque de collision avec les éoliennes (Curry & Kerlinger, 1998 ; Hill *et al.*, 2014). Les collisions peuvent être plus fréquentes la nuit, les migrateurs étant attirés par les lumières des éoliennes, ou par mauvais temps, lorsqu'ils sont obligés de voler à faible hauteur. Cependant, l'utilisation de lumière rouge n'a pas d'impact sur le taux de collision des migrateurs nocturnes (Kerlinger *et al.*, 2010).

Durant une journée de migration typique, l'aube et le crépuscule sont des périodes durant lesquelles les oiseaux risquent d'entrer en collision avec les structures des parcs éoliens, car leur altitude varie beaucoup (Richardson, 1998 ; Langston & Pullan, 2003).

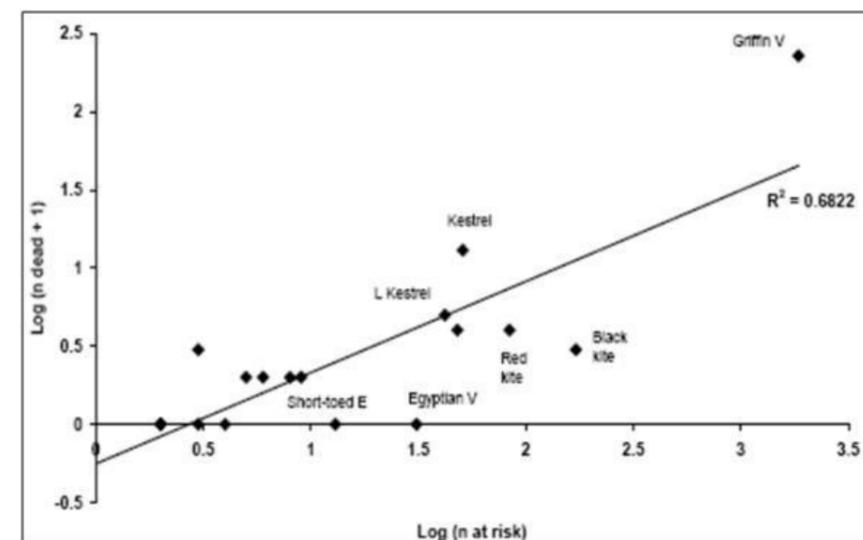
Le degré de sensibilité générale de l'avifaune migratrice est donné ci-dessous :

- De novembre à janvier : sensibilité très faible à nulle,
- En février : sensibilité faible à moyenne,
- **De mars à avril : sensibilité moyenne,**
- En mai : sensibilité faible à moyenne,
- De juin à juillet : sensibilité faible,
- **D'août à octobre : sensibilité forte en raison des effectifs plus importants.**



Figure 15 : Roitelet à triple bandeau (Sens Of Life, 2020).

Une étude de corrélation (Whitfield & Madders, 2006), entre les comportements de vols à risques et la mortalité observée sur 13 parcs éoliens du nord de l'Espagne pendant 3 ans (Lekuona & Ursua, 2006) permet une appréciation comparative des sensibilités au risque de collision pour les rapaces diurnes. Le graphique suivant apporte une vision synthétique des résultats, que les suivis de mortalité ne confortent pas toujours.



Graphique 13 : Corrélation entre le nombre de rapaces avec un comportement à risque et la mortalité, pendant 3 ans sur 13 parcs éoliens au nord de l'Espagne (Lekuona & Ursua, 2006).

Pour pallier le risque de collision des oiseaux sur les pales d'éoliennes, une étude menée par des chercheurs du Norwegian Institute for Nature research (NINA) a été menée entre 2006 et 2016, sur un parc éolien de l'archipel de Smøla en Norvège. Sur les 68 turbines en place sur le site, 4 ont vu une de leur pale peinte en noir, et les résultats des 9500 suivis réalisés durant les 10 années ont montré que ces quatre éoliennes affichaient un taux de mortalité réduit de 70% par rapport aux autres éoliennes du parc. En effet, une pale peinte en noir permettrait à l'éolienne d'être beaucoup plus visible et plus facilement détectable par un oiseau en vol. On notera qu'il s'agit d'extrapolations à partir de peu d'oiseaux retrouvés morts et peu d'éoliennes expérimentales, et que cette étude concerne principalement les rapaces et notamment le Pygargue à queue blanche. Cette solution semble prometteuse et devrait être développée sur d'autres parcs afin d'évaluer son efficacité avec plus de précisions (May *et al.*, 2020).



Figure 16 : éolienne avec une pale peinte en noire.

La collision des oiseaux avec les pales est l'impact le plus couramment cité lorsque l'on évoque l'énergie éolienne (American Wind Wildlife Institute, 2016). Il s'agit, en effet, de l'impact le plus facile à constater ; pour autant, il n'est pas certain qu'il soit le plus préjudiciable à la bonne conservation des populations d'oiseaux. Le dérangement des espèces nicheuses en phase d'exploitation a probablement un impact plus néfaste sur les espèces les plus patrimoniales, en particulier celles à maturité lente et à faible productivité annuelle (Gaultier *et al.*, 2019).

IV.1.2. Perte d'habitat

La bibliographie révèle des effets variables sur la perte d'habitat de l'avifaune avant et après l'implantation des parcs éoliens (Schuster *et al.*, 2015). Les effets positifs découlent d'une modification d'habitat qui pourrait améliorer la qualité du milieu pour certaines espèces et les attirer (Pearce-Higgins *et al.*, 2012) ; (Shaffer & Buhl, 2016) et les négatifs, les plus communs, sont souvent liés à un dérangement provoquant un déplacement (Osborn *et al.*, 1998 ; Leddy *et al.*, 1999 ; Smith & Dwyer, 2016).

Il s'agit principalement de destruction ou d'altération d'habitats naturels ou d'habitats d'espèces, et de destruction de stations végétales. Ils ne se distinguent pas sensiblement des effets des autres types d'aménagements et d'infrastructures mais il faut toutefois prêter une attention particulière au fait que les parcs sont installés sans connexion avec le tissu urbanisé ou industrialisé, dans les milieux agricoles ou naturels et que de ce fait les perturbations sur les milieux ou sur les espèces peuvent être plus importants que d'autres types d'aménagements et d'infrastructures qui s'implantent dans des zones où l'état de la biodiversité peut être davantage dégradé (Perret, 2017).

Les oiseaux friands d'espaces ouverts évitent les structures verticales telles que les éoliennes. A proximité de celles-ci, ils se sentent souvent dérangés. Ces situations de stress chez les hôtes hivernants ou les migrateurs en escale peuvent générer un affaiblissement physique, qui réduit leurs chances de survie. Les oiseaux nicheurs n'ont en général qu'un taux de reproduction médiocre en cas de stress, ce qui peut avoir pour effet une diminution, voire une disparition, des populations locales (Vogelwarte, 2016). Les éoliennes peuvent être assimilées par certains oiseaux comme repaires de rapaces (Kreuziger, 2008). D'autres espèces sont dérangées par le bruit des machines ou des travaux de construction (Larsen & Madsen, 2000 ; Garvin *et al.*, 2011 ; Johnston *et al.*, 2014).

La corrélation positive entre la hauteur des éoliennes et la distance d'évitement est moins importante pour les oiseaux nicheurs (Hötker *et al.*, 2006). En effet, plusieurs études soulignent la capacité d'adaptation des espèces à la présence des éoliennes (Percival, 1998 ; Guyonne & Clave, 2000 ; Kingsley & Whittam, 2001 ; James & Coady, 2004), avec une diminution progressive de la distance d'éloignement.

L'incidence critique de nombreuses activités humaines (dont un projet éolien fait partie) sur les oiseaux en période de nidification ou de migration est le risque de modifications comportementales à un moment particulièrement vulnérable du cycle biologique des oiseaux (vulnérabilité des couvées et des jeunes, forte activité des parents qui peut se traduire par l'abandon de la phase de nidification, voire de l'habitat, abandon des zones de halte migratoire) (Schuster *et al.*, 2015 ; Smith & Dwyer, 2016).

Le risque de modification comportementale pourra avoir un caractère soit temporaire, lié aux dérangements occasionnés par les travaux d'installation des éoliennes, soit permanent, directement lié au fonctionnement des éoliennes. Les aménagements associés à la construction des parcs comme la création de routes d'accès peuvent également générer une perte d'habitat (Larsen & Madsen, 2000).

Avant la ponte, ces modifications de comportement peuvent varier d'une modification de la répartition du site entre les individus (incidence patrimoniale faible) à un abandon du nid, voire du site (incidence patrimoniale forte). Pour certaines espèces reconnues comme très sensibles ou remarquables à l'échelle européenne, nationale ou régionale, l'abandon d'un territoire nuptial peut porter directement atteinte à la dynamique des populations, et indirectement à la pérennité de l'espèce (Smith & Dwyer, 2016). A cet égard, les rapaces sont particulièrement sensibles au début de la période de nidification (Gensbol, 2004).

Mais c'est plutôt après la ponte que la vulnérabilité de l'espèce est la plus marquée (activité fortement consommatrice d'énergie pour les parents et fragilité des œufs et des jeunes). Si les travaux d'implantation des éoliennes interviennent alors que la nidification est commencée, le risque le plus important est l'abandon des œufs ou des jeunes par les parents. Les chances d'un remplacement de la nichée abandonnée sont alors très réduites, d'autant plus que la nichée initiale était avancée (stress et fatigue des parents, intensification progressive des contraintes climatiques, diminution des ressources trophiques).

En ce qui concerne la phase d'exploitation des éoliennes, son impact résultera du rapport entre les implantations précises des machines et l'occupation du site par les oiseaux en comportement nuptial (défense du territoire nuptial, parade nuptiale, recherche de matériaux pour la construction des nids, recherche de nourriture...). Des modifications de comportements peuvent également avoir lieu. Là encore, pour les espèces les plus sensibles, une simple modification de comportement après la ponte, voire un abandon des jeunes, peut porter directement atteinte à la dynamique des populations de l'espèce en question et indirectement à sa pérennité.



Figure 17 : Aigle royal (CCO domaine public).

Le suivi par GPS d'un couple d'aigle royal a permis d'étudier leur comportement suite à l'implantation de plusieurs parcs éoliens sur leur domaine et a permis de conclure que : bien qu'il soit difficile de généraliser à partir du suivi d'un seul couple, cet exemple montre que l'installation de trois parcs éoliens sur un territoire d'aigle a un impact significatif sur l'organisation de ses déplacements et sur le choix de ses zones de chasses. Globalement, la construction de parcs éoliens génère une perte d'habitats pour les aigles et perturbe leurs déplacements d'une zone à l'autre (Itty & Duriez, 2017). Il serait intéressant d'étudier si la mise en place de mesures de compensation comme les placettes d'alimentation ou les garennes à lapin à l'extérieur des zones d'implantation des parcs n'ont pas également eu un impact sur la modification de l'aire vitale de l'Aigle royal. Une étude similaire avait été menée par la LPO Aude de 1998 à

2007 et avait également aboutie aux mêmes conclusions de pertes d'habitat pour l'Aigle royal, dans une autre région de France (Riols-Loyrette, 2015). Cette perte d'habitat fonctionnel a également été constatée pour des Milans noirs suite à l'implantation d'éoliennes au Portugal (Marques *et al.*, 2020)

L'éloignement des zones de reproduction est donc recommandé pour les espèces les plus sensibles et qui revêtent un caractère patrimonial marqué. L'intérêt de cette mesure consiste à éviter de créer des situations à risque au sein des zones les plus fréquentées entre zones de reproduction et zones d'alimentation à une période cruciale du cycle biologique des oiseaux, mais aussi parfois pour des raisons de risques directs de dérangement au nid (en période de travaux et en phase d'exploitation).

La littérature existante sur les autres impacts des parcs éoliens souligne les effets indirects sur le succès reproducteur, la survie des individus ou encore les interférences dans la communication entre individus à cause du bruit des machines (Smith & Dwyer, 2016).

IV.1.3. Effet barrière

L'effet barrière correspond à la modification du comportement de vol des oiseaux pour éviter un obstacle, et se matérialise par différentes réactions : déviation de la trajectoire dans l'axe horizontal (ADEME, 1999 ; Curry & Kerlinger, 1998 ; Dirksen *et al.*, 2000 ; Percival, 2001 ; Winkelmann, 1985), dans l'axe vertical ou bien franchissement entre les obstacles.

Le taux de réaction est proportionnellement plus important pour les éoliennes érigées de façon perpendiculaire à l'axe migratoire (Johnson *et al.*, 2003) car elles constituent un barrage que les oiseaux doivent franchir. La position des parcs par rapport aux axes migratoires (perpendiculaire ou parallèle par exemple) est donc un facteur important (Albouy *et al.*, 2001 ; Larsen & Madsen, 2000). Les caractéristiques météorologiques (plafond nuageux bas, nappes de brouillards persistants, vent de face) peuvent conduire à des situations plus risquées.

L'impact dépend des espèces concernées, de la hauteur du vol, de la distance aux éoliennes, de l'heure de la journée, de la force et de la direction du vent, et ces réactions nécessitent une dépense d'énergie supplémentaire qui vient s'ajouter aux multiples efforts et risques rencontrés lors des voyages migratoires.

Des évitements fréquents ont été observés chez les canards et les oies (Larsen & Madsen, 2000 ; Loesch *et al.*, 2013), un peu moins chez les échassiers et les grives, dont certaines migrent la nuit, et les corvidés (Dooling & Lohr, 2000 ; Winkelman, 1985).

Il faut considérer les risques de collision et d'effarouchement comme les deux faces d'une même pièce. Les oiseaux qui ne montrent pas de réaction d'évitement par rapport aux éoliennes seront souvent plus sujets aux collisions que ceux qui sont effarouchés. Les grues cendrées, par exemple, peuvent être considérées comme sensibles à l'effarouchement dans le sens où elles ont tendance à contourner les parcs (le plus souvent bien en amont et sans montrer de réaction vive). De fait, aucun cadavre de Grue cendrée n'a, à ce jour, été répertorié en France et seuls 27 cadavres ont été recensés en Europe (Dürr, 2020 ; Marx, 2017). Cependant, cette faible mortalité constatée résulte en partie du faible nombre d'éoliennes implantées jusqu'ici sur le couloir de migration ou à proximité des sites d'hivernage des grues cendrées et du faible nombre de rapports de suivis de mortalité disponibles. Le coût engendré par le contournement des parcs éoliens reste un domaine de recherche à explorer (Gaultier *et al.*, 2019). Les cygnes en migration semblent également sensibles à l'effet barrière puisqu'ils contournent les sites d'implantation (Moriguchi *et al.*, 2019). Le nombre de collisions est supérieur aux extrémités des alignements d'éoliennes (Anderson *et al.*, 2001 ; Cade, 1994 ; Thelander & Ruge, 2000). Les distances de réaction varient de 300 à 500 mètres des éoliennes pour la majorité des migrateurs diurnes (contre 20 mètres pour les migrateurs nocturnes) (Albouy *et al.*, 1997 ; Winkelman, 1994). Des effets indirects cumulatifs peuvent être envisagés lorsqu'une modification de la trajectoire initiale implique de nouveaux obstacles (lignes électriques à haute tension par exemple).

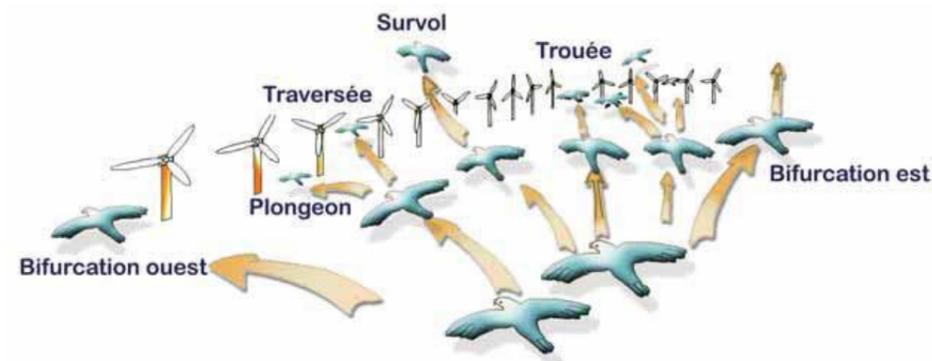


Figure 18 : Stratégie de franchissement d'un parc éolien sur le littoral audois (source : LPO Aude, 2001)

L'impact doit être évalué à la fois au cours des migrations pré-nuptiales et post-nuptiales puisqu'une même espèce n'utilise pas forcément le même axe migratoire au printemps et à l'automne. Néanmoins, le risque peut apparaître plus important pour les migrations post-nuptiales, puisqu'il s'agit des premiers mouvements migratoires pour les jeunes de l'année, plus fragiles et plus exposés aux dangers divers de la migration. Le flux migratoire post-nuptial est également numériquement plus important. Il semblerait que les vols post-nuptiaux s'effectuent généralement à plus faible hauteur qu'en période pré-nuptiale (tendance mise en évidence par le biais de suivis radar, selon Greet Ingénierie, 2006).

IV.2. Sensibilité des chiroptères

IV.2.1. Généralités

Les premiers cas de mortalité de chiroptères provoqués par des éoliennes ont été décrits au début des années 70 (Hall & Richards, 1972). Cependant, il a fallu attendre le milieu des années 1990 pour voir apparaître les premières études consacrées à l'impact des parcs éoliens sur les chauves-souris. Elles ont été menées aux Etats-Unis, principalement dans le Minnesota, l'Oregon et le Wyoming (Osborn *et al.*, 1996 ; Puzen, 2002 ; Johnson *et al.*, 2003).

En Europe, des études sur le sujet ont vu le jour à la suite des protocoles de suivi sur la mortalité des oiseaux, qui ont révélé des cas de collision avec les chauves-souris. Ces études se sont déroulées principalement en Allemagne (travaux de Bach *et al.*, 1999 ; Bach, 2001 ; Rhamel *et al.*, 1999 ; Dürr 2002, 2004, 2007 ; Brinkmann 2006) et en Espagne (Lekuona 2001 ; Benzal & Moreno, 2001 ; Alcade, 2003). L'étude de cette problématique a été plus tardive en France (Dulac 2008 ; Lagrange *et al.*, 2009 ; Albouy 2009 ; Cornut et Vincent 2010 ; Allouche 2010 ; Beucher *et al.*, 2011 ; Lagrange *et al.*, 2011 ; Rico *et al.*, 2012).

Depuis, ces suivis de mortalité se sont répandus en Europe. Dans sa dernière publication « Guidelines for consideration of bats in wind farm projects, Revision 2014 » et ses annexes, le groupe de travail EUROBATS propose une compilation aussi exhaustive que possible de ces travaux à travers l'Europe.

La compilation chiffrée des données disponibles est régulièrement mise à jour, au niveau européen, par T. Dürr. Curieusement, les éoliennes induiraient une mortalité plus importante sur les chiroptères que sur les oiseaux (Dürr, 2007). Ainsi, en Allemagne, les compilations de données réalisées en 2011 par Tobias Dürr décrivent 1414 cas de mortalité de chiroptères et 1251 pour les oiseaux alors que le repérage des cadavres d'oiseaux est beaucoup plus facile que celui des chauves-souris. De la même manière, aux Etats-Unis, la mortalité annuelle évaluée sous les éoliennes serait de 888 000 chauves-souris pour 573 000 oiseaux (Smallwood K.S., 2013).

Cette sensibilité particulière des chiroptères à l'éolien pourrait être due à plusieurs phénomènes :

- Une possible attraction des chauves-souris par les éoliennes, notamment par les insectes concentrés autour des parties chaudes des éoliennes (Foo *et al.*, 2017 ; Bennett, Hale, et Williams, 2017). Elles pourraient donc rechercher des gîtes dans les éoliennes (Kunz *et al.*, 2007 ; Bennett, Hale, et Williams, 2017), ou simplement explorer les éoliennes par curiosité (Cryan & Barclay, 2009).
- Un problème de détection des pales en mouvement : les extrémités de pale se déplacent à des vitesses linéaires importantes (plus de 250 km.h⁻¹), tout en présentant une faible surface réfléchissante pour les ultrasons utilisés par le système d'écholocation des chiroptères. Cette contrainte est augmentée par la génération d'un effet Doppler important : sur une cible arrivant à 250 km.h⁻¹, l'écho revient vers l'animal avec un décalage en fréquence de 20 kHz. Il entraîne obligatoirement une erreur de mesure (la chauve-souris perçoit la cible plus éloignée qu'elle ne l'est en réalité). Le signal pourrait aussi simplement être ininterprétable ou inaudible pour l'animal qui n'a que quelques fractions de seconde pour réagir.
- Le phénomène de barotraumatisme (Figure 19) décrit par Baerwald *et al.* (2008), Seiche (2008) puis par Baerwald et Barclay (2009) résulterait du passage de la pale à proximité de la chauve-souris. L'animal pourrait donc être impacté dans certaines conditions même s'il a évité la pale. En effet, à proximité immédiate de l'extrados des pales en mouvement, les chauves-souris traversent une zone de dépression brutale. Cette variation de pression entraîne la rupture des vaisseaux capillaires (pulmonaires essentiellement) et provoque une hémorragie létale sans qu'il n'y ait eu de contact avec la pale. Ce phénomène explique que la plupart des cadavres récupérés et examinés ne présentent aucune lésion externe. Horn *et al.* (2008) montrent que les risques sont plus importants lorsque la vitesse de rotation des pales n'est pas très élevée, ce qui se produit par vent faible.

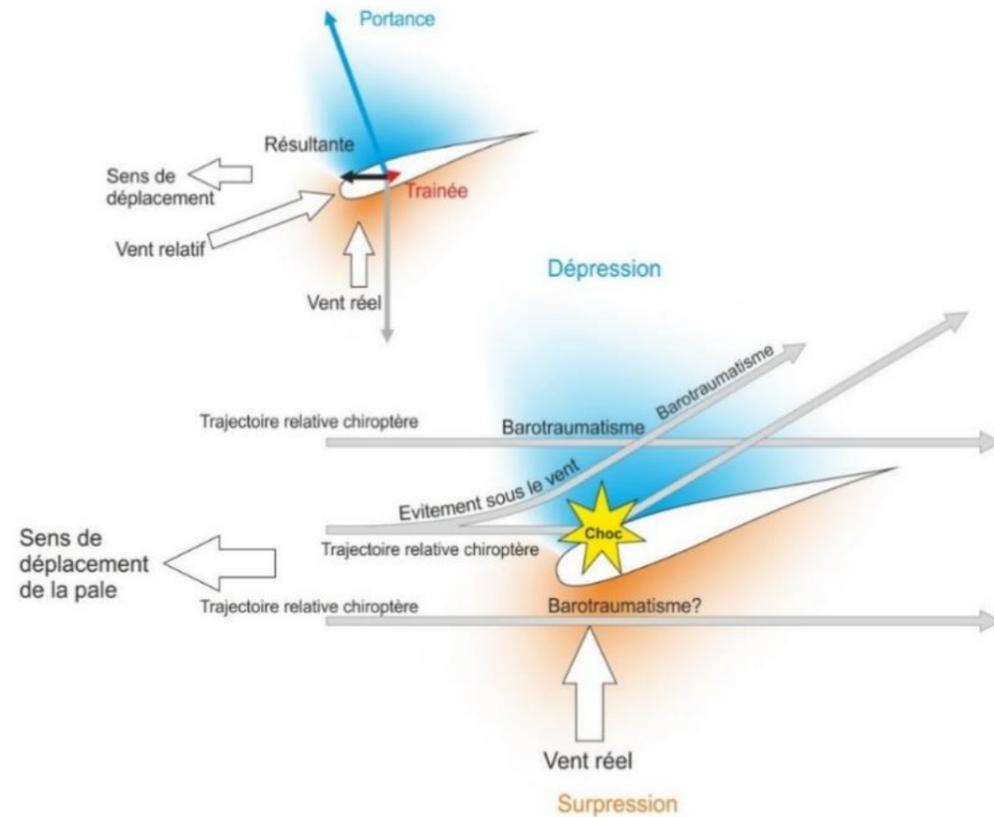


Figure 19 : Description du phénomène de barotraumatisme

IV.2.2. Mortalité directe et mortalité indirecte

a) Mortalité directe

La mortalité directe, qu'elle soit produite par barotraumatisme ou collision, génère une mortalité qui est de mieux en mieux documentée. Il apparaît que toutes les espèces ne sont pas impactées de la même manière par ce phénomène. Le comportement et l'écologie des animaux influenceraient fortement leur sensibilité à l'éolien. Ainsi, les chauves-souris chassant en plein ciel (espèces de haut vol) ou réalisant des migrations, seraient beaucoup plus impactées que les espèces sédentaires glanant leur nourriture au sol ou dans la canopée. En Europe, le Tableau 33, compilé par Tobias Dürr, permet de constater le nombre de cas de mortalité, relevé par espèce et par pays. En croisant ces données avec la vulnérabilité des espèces, il est possible de définir la sensibilité de chaque espèce à l'éolien (Tableau 18).

Sensibilité élevée	Sensibilité moyenne	Sensibilité faible
Noctules spp.	Sérotines spp.	Murins spp.
Pipistrelles spp.	Barbastelle d'Europe	Oreillards spp.
Vespertilion bicoloré		Rhinolophes spp.
Vespère de Savi		
Minioptère de Schreibers		
Molosse de Cestoni		

Tableau 18 : Sensibilité à l'éolien par espèce. Source : Diagnostic chiroptérologique pour les parcs éoliens terrestres, actualisation 2016 (version 2.1), SFPEM.

b) Mortalité indirecte

La mortalité directe n'est pas le seul facteur affectant les chauves-souris, celles-ci peuvent également être victime de perte d'habitat ou du dérangement résultant de l'implantation et du fonctionnement d'un parc éolien.

Les effets indirects de l'aménagement et du fonctionnement des parcs éoliens peuvent induire un impact supplémentaire sur les populations de chauves-souris (individus, habitats et proies), qu'elles soient résidentes ou migratrices. Ces perturbations peuvent être de plusieurs natures :

- Dérangement ou barrière sur les voies de migration et les voies de transit locales,
- Dégradations, dérangement ou destruction des habitats de chasse,
- Dégradations, dérangement ou destruction des gîtes (plus probable pour des éoliennes en milieu forestier ou près de bâtiments),
- Désorientation des chauves-souris en vol par les ultrasons émis par les éoliennes.

IV.3. Suivi de l'activité des chiroptères sur le parc éolien de Dyé

IV.3.1. Répartition de l'activité chiroptérologique

Six espèces ont été identifiées en altitude :

- La Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) représente 72,9 % de ces contacts ;
- La Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) représente 10,9 % de ces contacts ;
- La Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) représente 9,5 % de ces contacts ;
- La Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) représente 2,8 % de ces contacts ;
- La Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) représente 1,4 % de ces contacts ;
- La Noctule commune (*Nyctalus noctula*) représente 1,2 % de ces contacts.

Des pics d'activité ont été enregistrés le 13 août et le 29 août 2019, ce qui correspond à la fin de la période de mise-bas et d'élevage des jeunes et au début de la période de transition et d'accouplement (Figure 20). A l'échelle d'une nuit, les pics d'activité se situent en début de nuit, entre 21h50 et 23h30. Plus de 90% de l'activité chiroptérologique du site se déroule pour des vitesses de vent inférieures à 6 m.s⁻¹ et pour des températures supérieures à 13°C.

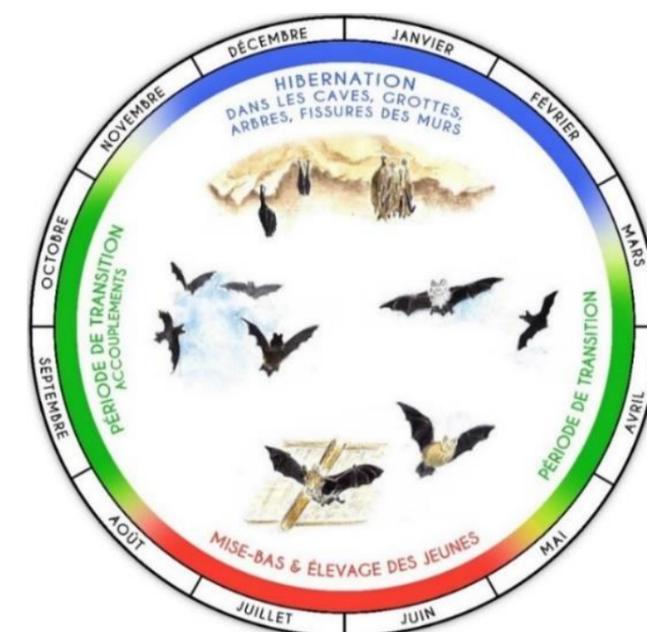


Figure 20 : Cycle biologique des chiroptères, LPO Touraine

IV.3.2. Précisions sur les espèces contactées

a) Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)

La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe II de la Convention Bonn, annexe I de l'accord EUROBATS et annexe II de la Convention de Berne) et classée comme « Quasi-menacée » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine et « A surveiller » au niveau régional.

Figure 21 : Pipistrelle commune. CCO domaine public.

Cette espèce fréquente tous les types de milieux, même les zones fortement urbanisées. Pour la chasse, on note une préférence pour les zones humides, les jardins et parcs, puis les milieux forestiers et enfin les milieux agricoles. Peu lucifuge, elle est capable de s'alimenter autour des éclairages. Elle est active dans le premier quart d'heure qui suit le coucher du soleil. Les distances de prospection varient en fonction des milieux mais dépassent rarement quelques kilomètres. Très opportuniste, elle chasse les insectes volants, préférentiellement les Diptères mais aussi des Lépidoptères, Coléoptères, Trichoptères, Neuroptères, Cigales et Ephémères. Sur son secteur de chasse, elle vole entre 5 et 30m de hauteur mais elle peut ponctuellement utiliser le milieu aérien (notamment au-dessus de la canopée ou en transit). Les animaux se dispersent en moyenne dans un rayon de 1,3 km autour des colonies (Dietz, 2009), très rarement à plus de 5 km (Arthur et Lemaire, 2009). Ses plus longs déplacements sont saisonniers, depuis des secteurs de mise-bas vers des secteurs de reproduction (« swarming ») ou vers des secteurs d'hivernage situés généralement à moins de 20km les uns des autres.

Les gîtes de cette espèce sont fortement liés aux habitations humaines ; la Pipistrelle commune est très anthropophile que ce soit pour ses gîtes d'été ou d'hiver. Elle hiberne, de novembre à fin mars, préférentiellement dans des endroits confinés dans les bâtiments non chauffés (greniers, églises, bunkers). Pour la mise-bas, elle se regroupe en colonies de 30 à une centaine de femelles, essentiellement dans des gîtes anthropiques (maisons, granges, garages). Le développement des jeunes est rapide et ils sont volants à quatre semaines. Les parades sont observées de mi-juillet à octobre (Beucher Y., com. pers.).

Elle émet des cris entre 42 et 51 kHz (en milieu très perturbé). Ses cris sociaux représentent un trille à 18kHz.

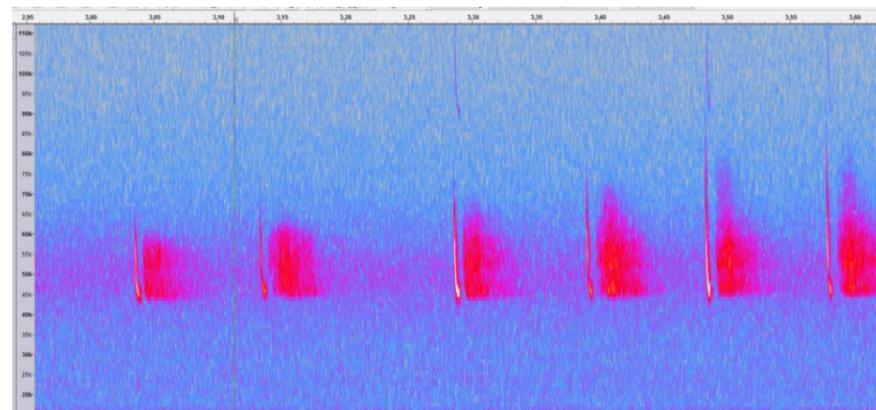


Figure 22 : Sonogramme de cris émis par une Pipistrelle commune

Espèce étant liée à des zones fortement anthropisées, les éoliennes à proximité des habitations ont une forte incidence sur l'espèce, avec une mortalité élevée par collision avec les pales des éoliennes ou par barotraumatisme. Il semblerait qu'elles s'approchent de ces structures par simple curiosité (MJ Dubourg-Savage, 2004).

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Pipistrelle commune sont les suivantes :

	Pipistrelle commune – SEN 100299 (D5)	
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 566	
Nombre de contacts corrigés	N = 469,78	
Proportion par rapport aux contacts totaux	69,6 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 15, le 13/08/2019	Du 06/04/19 au 31/10/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 20 à 22h20 et 23h30	Entre 19h00 et 07h50
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 51 pour 17°C	8°C à 35°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 87 pour 5 m.s ⁻¹	1 à 10 m.s ⁻¹

Tableau 19 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.

	Pipistrelle commune – SEN 100297 (D7)	
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 575	
Nombre de contacts corrigés	N = 477,25	
Proportion par rapport aux contacts totaux	76,4 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 14, le 29/08/2019	Du 02/04/19 au 31/10/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 22 à 23h30	Entre 19h30 et 07h10
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 53 pour 19°C	8°C à 36°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 100 pour 5 m.s ⁻¹	1 à 8,5 m.s ⁻¹

Tableau 20 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.

Concernant la mortalité en Europe, 2386 cas ont été attribués de manière certaine à la Pipistrelle commune. C'est l'espèce dont les cas de mortalité relevés par Dürr (2020) sont les plus nombreux. En définitif, la Pipistrelle commune apparaît comme très sensible au risque de mortalité. Les éoliennes situées à proximité de lisières dont le champ de rotation des pales est proche des supports d'écholocation de l'espèce (lisière, canopée etc.) semblent être les plus à risque. **La note de risque est très élevée (3,5/4,5)**. Lors des suivis de mortalité effectués sur le parc éolien de Dyé, cinq Pipistrelles communes ont été retrouvées mortes. L'activité de cette espèce étant considérée faible sur le site, comparée au référentiel du CEN de Champagne-Ardenne, cette mortalité peut donc avoir un impact significatif sur la pérennité de la population.

b) Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)

La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe II de la Convention Bonn, annexe I de l'accord EUROBATS et annexe II de la Convention de Berne) et classée comme « Quasi-menacée » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine et « Rare » au niveau régional.

Cette pipistrelle est présente essentiellement en Europe centrale et se reproduit principalement au Nord de son aire de répartition. Espèce migratrice, elle entreprend des déplacements saisonniers sur de très grandes distances (souvent plus de 1000 km) pour rejoindre ses lieux de mise-bas ou ses gîtes d'hivernation. Les femelles quittent le sud-ouest de l'Europe au printemps (avril) en direction de leurs sites de mise-bas dans le nord-est de l'Europe. Les mises-bas ont lieu début juin principalement en gîtes arboricoles, entre les fentes du bois ou les chablis. Les jumeaux sont fréquents. Les premiers jeunes sont volants au plus tard mi-juillet. Les femelles sont fidèles à leur lieu de naissance. Ces femelles, accompagnées des jeunes, regagnent leurs gîtes d'hivernation et les secteurs de parades au sud-ouest de l'Europe à partir du mois de septembre (un pic est observé fin septembre en Lorraine). Les mâles,



Figure 23 : Pipistrelle de Nathusius. CCO domaine public.

quant à eux, sont plus sédentaires et restent erratiques durant la période estivale. Ils se déplacent vers leur secteur de reproduction (parades) au retour des femelles (fin août et septembre).

Les accouplements ont lieu de début août à septembre, les mâles se constituent un harem de 2 à 5 femelles. Ses gîtes hivernaux se situent dans les cavités arboricoles, les fissures et les décollements d'écorce, mais aussi au sein des bâtiments derrière les bardages en bois et les murs creux frais. Elle hiberne en solitaire ou en petits groupes d'une douzaine, voire une cinquantaine d'individus, parfois en mixité avec les trois autres Pipistrelles. Son comportement migratoire induit des disparités fortes quant à sa présence et à son comportement estival. Certaines régions n'abritent que des mâles, en essaims ou solitaires, d'autres des colonies de mise-bas (de 20 à 200 femelles) et sur d'autres secteurs géographiques, il peut y avoir les deux sexes.



Carte 5 : Carte de répartition et de migration de la Pipistrelle de Nathusius

Espèce forestière, la Pipistrelle de Nathusius patrouille à basse altitude le long des zones humides et chasse aussi en plein ciel à grande hauteur, préférentiellement en milieux boisés diversifiés, ou à proximité de structures linéaires (haies, lisières forestières...) mais aussi en milieu urbain sous des lampadaires. Elle quitte son gîte en moyenne 50 minutes après le coucher du soleil. Elle consomme essentiellement des Chironomes, et occasionnellement des Trichoptères, Névroptères, Lépidoptères, Hyménoptères et Coléoptères. Son vol de chasse est généralement situé entre 3 et 20 mètres de haut. Cette hauteur de vol peut aussi être plus importante notamment lors des phases de transit ou de migration. Son domaine vital peut atteindre une vingtaine de kilomètres carrés et elle s'éloigne jusqu'à une demi-douzaine de kilomètres de son gîte.

Ses émissions sonores sont comprises entre 34 et 42 kHz, de 4 à 11 ms.

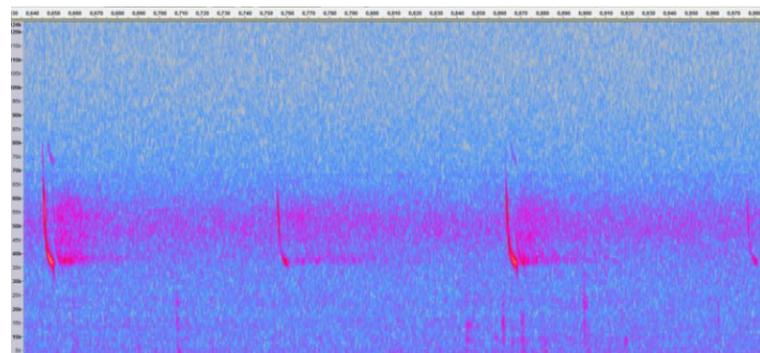


Figure 24 : Sonogramme des cris de Pipistrelle de Nathusius/Kuhl

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Pipistrelle de Nathusius sont les suivantes :

Pipistrelle de Nathusius – SEN 100299 (D5)		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 82	
Nombre de contacts corrigés	N = 68,06	
Proportion par rapport aux contacts totaux	10,1 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 7, le 15/09/2019	Du 10/06/19 au 01/11/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 4 à 03h50	Entre 19h00 et 07h30
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 8 pour 14°C et 19°C	10°C à 28°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 16 pour 5 m.s ⁻¹	1 à 6 m.s ⁻¹

Tableau 21 : Données d'activité de la Pipistrelle de Nathusius sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.

Pipistrelle de Nathusius – SEN 100297 (D7)		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 66	
Nombre de contacts corrigés	N = 54,78	
Proportion par rapport aux contacts totaux	8,8 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	Trop peu de données	Du 09/06/19 au 30/10/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 4 à 23h20	Entre 19h40 et 06h50
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 9 pour 15°C	10°C à 34°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 15 pour 5 m.s ⁻¹	1,5 à 6 m.s ⁻¹

Tableau 22 : Données d'activité de la Pipistrelle de Nathusius sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.

La Pipistrelle de Nathusius apparaît comme très sensible au risque de mortalité lié aux éoliennes : avec 1590 cas recensés en Europe (Dürr, 2020), elle est la 2^{ème} espèce de chiroptères la plus impactée. Les éoliennes situées à proximité de lisières et des voies de migrations semblent être les plus à risque. **La note de risque est très élevée (3,5/4,5).**

c) Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*)



Figure 25 : Pipistrelle de Kuhl. CCO domaine public.

La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe II de la Convention Bonn, annexe I de l'accord EUROBATS et annexe II de la Convention de Berne) et classée comme « Préoccupation mineure » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine et « Rare » au niveau régional.

Cette espèce se retrouve autour du bassin méditerranéen et dans l'Ouest de l'Asie, jusqu'au Pakistan et à la frontière de l'Inde. En Europe occidentale, elle est présente tout au long de la côte Atlantique. Opportuniste, elle se nourrit des Culicidés, des Lépidoptères, des Chironomes, des Hyménoptères, des Brachycères, des Tipulidés et des Coléoptères, qu'elle chasse soit directement à la gueule, soit en utilisant ses membranes. C'est une espèce anthropophile. On la trouve dans les zones sèches, près des falaises, des rivières mais aussi les paysages agricoles, les milieux humides et les forêts de faible altitude. Elle se nourrit préférentiellement dans les parcs urbains avec éclairages publics mais elle chasse également dans les espaces boisés, ouverts, les zones humides et montre une nette attirance pour les zones urbaines avec parcs, jardins et éclairages publics. Elle devient active dans la première demi-heure succédant au coucher du soleil.

Elle hiberne avec d'autres Pipistrelles et préfère les anfractuosités des bâtiments frais même s'il est également possible de la retrouver dans des fissures de falaises ou dans des caves. Pour la mise-bas, ces

Pipistrelles forment des colonies allant de 20 à une centaine d'individus et s'installent dans n'importe quel type d'anfractuosités sur les bâtiments. Il est beaucoup plus rare de les retrouver dans des cavités arboricoles. Les femelles sont fidèles à leur colonie de naissance. En fonction de la zone géographique, les naissances s'effectuent de mai à début juin. Les jumeaux sont fréquents. L'époque des parades se déroule entre la fin du mois d'août jusqu'au mois de septembre et les Pipistrelles utilisent des gîtes intermédiaires. Cette espèce ne semble pas être migratrice. La longévité maximale observée est de huit ans et l'espérance de vie moyenne est située entre 2 et 3 ans.

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Pipistrelle de Kuhl sont les suivantes :

	Pipistrelle de Kuhl – SEN 100299 (D5)	
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 102	
Nombre de contacts corrigés	N = 84,66	
Proportion par rapport aux contacts totaux	12,5 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 5, le 06/08/2019	Du 12/06/19 au 25/10/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 5 à 21h20	Entre 19h30 et 07h30
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 13 pour 21°C	10°C à 35°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 19 pour 5 m.s ⁻¹	1 à 6 m.s ⁻¹

Tableau 23 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.

	Pipistrelle de Kuhl – SEN 100297 (D7)	
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 69	
Nombre de contacts corrigés	N = 57,27	
Proportion par rapport aux contacts totaux	9,2 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	Trop peu de données	Du 11/06/19 au 20/10/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	Trop peu de données	Entre 19h50 et 06h40
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 11 pour 19°C	12°C à 35°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 16 pour 5 m.s ⁻¹	0,5 à 6 m.s ⁻¹

Tableau 24 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.

L'espèce est abondante et même en expansion depuis quelques années. Elle jouit d'une grande aire de répartition. Cependant, par son caractère anthropophile, cette chauve-souris est souvent victime de dérangement ou de destruction de ses gîtes et les chats et les collisions automobiles sont les deux causes les plus connues d'accidents (Arthur, 2009). Les suivis de mortalité réalisés sur les éoliennes montrent que la Pipistrelle de Kuhl est la 5^{ème} espèce la plus impactée, soit par collision, soit par barotraumatisme, avec 469 cadavres recensés en Europe (Dürr, 2020). Ceci s'explique par son affinité pour les milieux ouverts, sa tendance à suivre les structures verticales et par sa curiosité (LPO Rhône-Alpes). **La note de risque est relativement élevée (2,5/4,5).**

d) Noctule commune (*Nyctalus noctula*)



Figure 26 : Noctule commune. CCO domaine public.

La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe II de la Convention Bonn, annexe I de l'accord EUROBATS et annexe II de la Convention de Berne) et classée comme « Vulnérable » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine et au niveau régional.

Espèce forestière, la Noctule commune s'est adaptée à la vie urbaine. Sa présence est liée à la proximité de l'eau. Elle exploite une grande diversité de territoires : massifs forestiers, prairies, étangs, alignements d'arbres, halos de lumière...

Elle quitte son gîte quand il fait encore clair, voire jour. La Noctule commune peut chasser sur une grande diversité d'habitats (du massif forestier à la prairie, en passant par des zones humides et des secteurs urbanisés). Elle survole le plus souvent ces secteurs de chasse à haute altitude (30 à 100 mètres). Ses territoires de chasse sont vastes (jusqu'à 50 hectares) et sont éloignés du gîte d'environ 10km en moyenne (Dietz, 2009). Elle chasse le plus souvent en groupe, et consomme ses proies en vol. Exclusivement insectivore et opportuniste, son régime alimentaire va des microdiptères aux Coléoptères (Arthur et Lemaire, 2009). Elle hiberne de novembre à mars, souvent en groupe mixte, en forêt (larges cavités, loges de pics, ...) comme en ville (corniches de pont, immeuble, ...). En été, la Noctule commune est présente dans les mêmes types de gîtes qu'en hiver, en solitaire, ou en petits essaims.

Espèce migratrice, elle est capable d'accomplir des parcours de plusieurs centaines de kilomètres (jusqu'à 1546 km). En quelques semaines, l'essentiel des femelles va migrer vers des territoires de mise-bas à l'Est et au Nord de l'Europe, et il ne restera plus que des mâles et quelques très rares colonies de parturition dispersées en France. Elles mettent bas à partir de mi-juin, d'un ou deux petits. Elles peuvent être aptes à la reproduction dès leur première année. L'émancipation est atteinte au bout de sept à huit semaines. Le retour s'effectue avec les jeunes de septembre à octobre, pour rejoindre les mâles (plus sédentaires) sur les sites de parades, et pour retourner dans leur secteur d'hibernation. Lors de ces déplacements, il est possible d'observer des noctules communes en vol parmi des groupes d'oiseaux migrateurs à une centaine de mètres d'altitude en plein jour. Une partie des populations européennes montre des tendances sédentaires. Comparée à toutes les autres espèces, la Noctule commune montre une très courte espérance de vie estimée à 2,2 ans (Arthur et Lemaire, 2009). Actuellement, le record de longévité connu n'est que de douze ans.

Les émissions sonores de la Noctule commune sont très puissantes, entre 16 et 24kHz ; elles peuvent porter jusqu'à 150m.

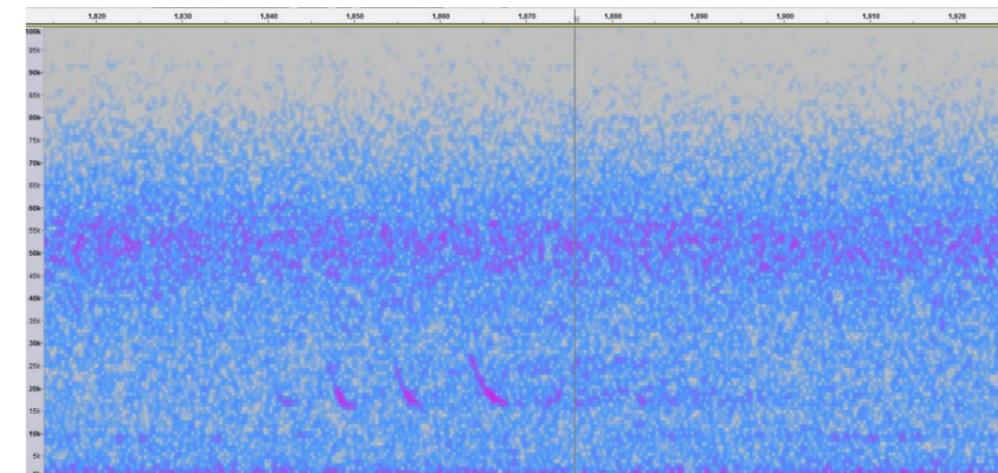


Figure 27 : Sonogramme de cris émis par une Noctule commune

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Noctule commune sont les suivantes :

	Noctule commune – SEN 100299 (D5)	
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 46	
Nombre de contacts corrigés	N = 11,50	
Proportion par rapport aux contacts totaux	1,7 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 4, le 26/06/2019	Du 07/04/19 au 23/10/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 4 à 04h30	Entre 20h20 et 07h30
Nombre de contacts en fonction de la température	Trop peu de données	10°C à 32°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 6 pour 4 m.s ⁻¹	1,5 à 12,5 m.s ⁻¹

Tableau 25 : Données d'activité de la Noctule commune sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.

	Noctule commune – SEN 100297 (D7)	
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 16	
Nombre de contacts corrigés	N = 4,00	
Proportion par rapport aux contacts totaux	0,6 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	Trop peu de données	Du 08/04/19 au 30/10/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	Trop peu de données	Entre 20h30 et 06h20
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 3 pour 15°C	10°C à 27°C
Nombre de contacts en fonction du vent	Trop peu de données	2,5 à 9,5 m.s ⁻¹

Tableau 26 : Données d'activité de la Noctule commune sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.

La Noctule commune est la 3^{ème} espèce la plus touchée par l'impact éolien en Europe : 1543 cas de mortalité ont été attribués de manière certaine à la Noctule commune (Dürr, 2020). Son comportement de chasse et ses déplacements à des altitudes élevées la rendent particulièrement sensible à cet impact. **La note de risque est la plus élevée chez les chiroptères (4/4,5)**. Lors des suivis de mortalité effectués sur le parc éolien de Dyé, trois Noctules communes ont été retrouvées mortes. L'activité de cette espèce étant considérée faible sur le site, comparée au référentiel du CEN de Champagne-Ardenne, cette mortalité peut donc avoir un impact significatif sur la pérennité de la population.

e) Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)

La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe II de la Convention Bonn, annexe I de l'accord EUROBATS et annexe II de la Convention de Berne) et classée comme « Quasi-menacée » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine et « Vulnérable » au niveau régional.

La Noctule de Leisler est une espèce d'Europe centrale dont la répartition s'étend vers le Sud jusqu'en Espagne en même temps qu'elle se raréfie.



Figure 28 : Noctule de Leisler. CCO domaine public.

La Noctule de Leisler peut chasser sur pratiquement tous les types de milieux (du sous-bois à la plaine céréalière en passant par des zones humides et des secteurs urbanisés). Espèce forestière, elle a une préférence pour les massifs à essences caduques assez ouverts et recherche la proximité des milieux humides. Les femelles chassent essentiellement à moins d'une dizaine de kilomètres du gîte, l'envol se fait dès le coucher du soleil. Durant sa chasse, la Noctule de Leisler peut voler à des hauteurs de vol de plus de 100 mètres, notamment au-dessus de la canopée. Ses proies sont de petite et de moyenne taille : Diptères, Lépidoptères, Coléoptères, Hémérobidiés, Chrysopidés et aussi Ephéméroptères, Trichoptères ou Chironomes (Arthur et Lemaire, 2009). Durant la migration et les phases de transit, il est probable que les

hauteurs de vols soient également assez élevées (de l'ordre de 100 mètres). Pour l'hibernation, l'espèce n'est pas cavernicole, elle occupe essentiellement des cavités arboricoles parfois mixtes avec la Noctule commune. En France, les gîtes de mise-bas sont rares mais on en découvre chaque année du Nord de la France à la Corse. Les nurseries en cavité arboricole comptent habituellement de 20 à 40 femelles, parfois 100, et peuvent atteindre 150 dans les bâtiments. Les naissances s'échelonnent de mi-juin à début juillet, les jumeaux ne sont pas rares. Les jeunes sont presque tous volants début août. A la fin de l'été, le retour des femelles revenant de l'Est de l'Europe sonne le début des parades, les mâles vont former des harems regroupant jusqu'à dix femelles et s'accoupler.

L'essentiel des effectifs migrants sont des femelles qui doivent relier les secteurs d'hibernation du Sud-Ouest de l'Europe pour remonter vers les sites de mise bas au Nord-Est, même si des colonies de mise bas sont récemment découvertes en Europe de l'Ouest. La migration de printemps semble se dérouler durant le mois d'avril. Les retours dans le sud de l'Europe interviennent à partir de début août et peuvent être effectifs jusqu'au mois d'octobre. Elle accomplit de très longs déplacements (pouvant atteindre 1567 km entre le Nord de l'Allemagne et l'Espagne). Son espérance de vie moyenne est estimée à 2,7 ans, la plus vieille Noctule de Leisler connue a atteint l'âge de onze ans.

Les émissions sonores de la Noctule de Leisler sont comprises entre 21 et 26kHz.

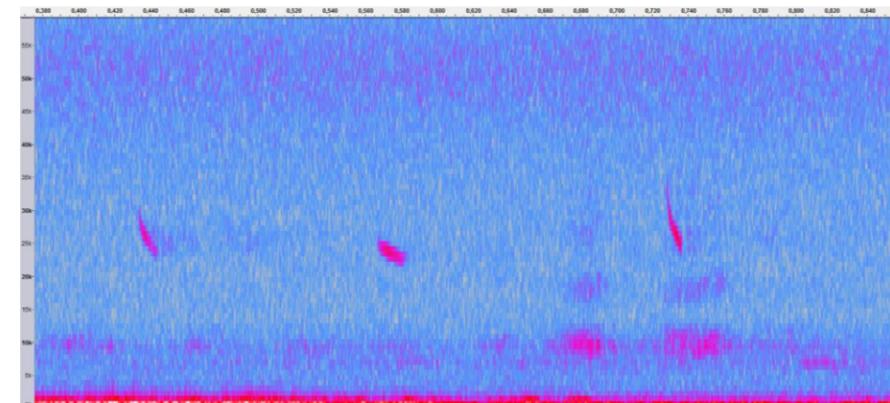


Figure 29 : Sonogramme de cris émis par une Noctule de Leisler

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Noctule de Leisler sont les suivantes :

	Noctule de Leisler – SEN 100299 (D5)	
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 39	
Nombre de contacts corrigés	N = 12,09	
Proportion par rapport aux contacts totaux	1,8 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	Trop peu de données	Du 18/04/19 au 27/10/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 3 à 05h10	Entre 21h20 et 07h30
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 7 pour 16°C	10°C à 28°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 8 pour 5,5 m.s ⁻¹	1,5 à 10,5 m.s ⁻¹

Tableau 27 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.

Noctule de Leisler – SEN 100297 (D7)		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 18	
Nombre de contacts corrigés	N = 5,58	
Proportion par rapport aux contacts totaux	0,9 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	Trop peu de données	Du 10/04/19 au 18/10/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 3 à 21h50	Entre 20h10 et 06h30
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 3 pour 10°C et 11°C	10°C à 34°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 4 pour 4,5 m.s ⁻¹	2,5 à 9,5 m.s ⁻¹

Tableau 28 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.

La Noctule de Leisler est la 4^{ème} espèce la plus touchée par l'impact éolien en Europe : 712 cas de mortalité ont été attribués de manière certaine (Dürr, 2020). Sa technique de chasse en hauteur et ses grands déplacements à des altitudes à risque expliquent sa sensibilité. **La note de risque est très élevée (3,5/4,5).** Lors des suivis de mortalité effectués sur le parc éolien de Dyé, deux Noctules de Leisler ont été retrouvées mortes. L'activité de cette espèce étant considérée faible sur le site, comparée au référentiel du CEN de Champagne-Ardenne, cette mortalité peut donc avoir un impact significatif sur la pérennité de la population.

f) Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)



Figure 30 : Sérotine commune. CCO domaine public.

La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe II de la Convention Bonn, annexe I de l'accord EUROBATS et annexe II de la Convention de Berne) et classée comme « Quasi-menacée » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine et « A surveiller » au niveau régional.

La Sérotine commune est une grande espèce de chauve-souris très répandue en France. Espèce de plaine, elle est campagnarde ou urbaine, avec une nette préférence pour les milieux mixtes (pâtures, haies, lisières forestières, milieux urbains, plans d'eau et cours d'eau...). Une végétation

clairsemée avec des feuillus semble être recherchée. Elle ne s'aventure guère en milieu fermé. En forêt, elle suit les chemins forestiers et les coupe-feux. Son territoire de chasse est souvent situé à moins de 5km de son gîte. Très sédentaire, la distance entre ses gîtes d'hiver et d'été est souvent inférieure à 50km. Elle gîte en hiver dans des greniers, des églises, entre l'isolation et les toitures... Elle hiberne de novembre à fin mars et ne quittera pas son gîte si la température baisse et risque de mourir si celle-ci s'effondre (Beucher Y., com. pers.). En été, elle s'installe dans des bâtiments très chauds, au sein de combles. Espèce lucifuge, elle ne tolère pas l'éclairage des accès à son gîte.

La Sérotine commune chasse les insectes en vol du sol jusqu'à la canopée, le long des structures arborées ou au-dessus de lampadaires. Elle chasse le plus souvent à hauteur de végétation, survolant les vergers, les prairies, les pelouses, les plans d'eau ou les éclairages publics. La taille moyenne de son domaine vital est d'environ 15km². Opportuniste, elle se nourrit de nombreux insectes, Coléoptères, Lépidoptères, Trichoptères, Diptères et Hyménoptères, qu'elle capture en vol. Crépusculaire à nocturne, elle se met généralement en chasse quinze minutes après le coucher de soleil et durant 1 à 2,5 heures. Elle chasse en petite escadrille ou en solitaire (Arthur et Lemaire, 2009).

Les mâles sont solitaires tandis que les femelles vont se regrouper pour la mise-bas en colonies de 10 à 50 individus. La femelle donne naissance à un jeune, courant juin. Celui-ci tentera ses premiers vols à environ vingt jours et il quittera pour la première fois son lieu de naissance entre 4 et 5 semaines. Très fidèle à son gîte, elle y reviendra tant qu'il reste accessible. La plus vieille Sérotine commune baguée a atteint l'âge de 24 ans. Elle émet des ultrasons dans une fréquence modulaire aplanie comprise entre 20 et 26 kHz.

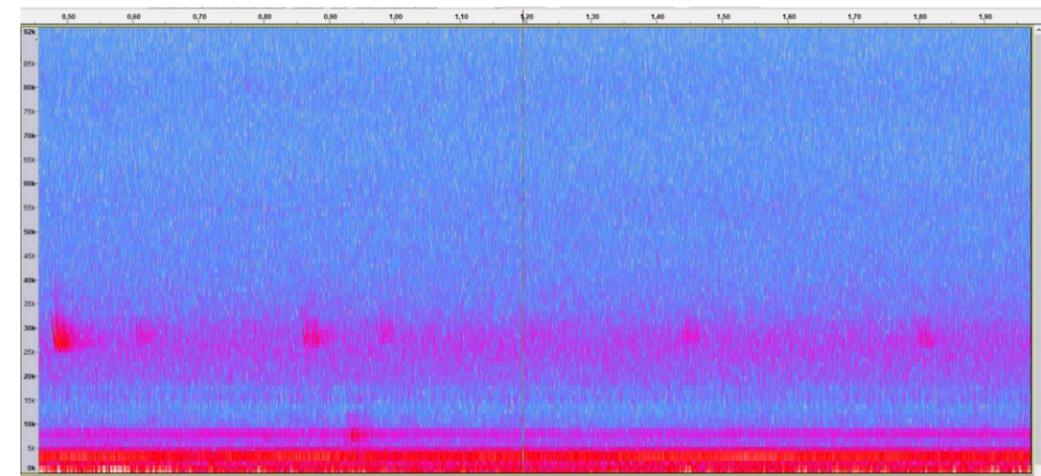


Figure 31 : Sonogramme de cris émis par une Sérotine commune

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Sérotine commune sont les suivantes :

Sérotine commune – SEN 100299 (D5)		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 38	
Nombre de contacts corrigés	N = 19,00	
Proportion par rapport aux contacts totaux	2,8 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	Trop peu de données	Du 30/03/19 au 14/09/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	Trop peu de données	Entre 20h00 et 07h10
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 9 pour 17°C	9°C à 25°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 7 pour 4 et 5 m.s ⁻¹	1,5 à 6 m.s ⁻¹

Tableau 29 : Données d'activité de la Sérotine commune sur l'éolienne SEN 100299 (D5) du parc éolien de Dyé en 2019.

Sérotine commune – SEN 100297 (D7)		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 35	
Nombre de contacts corrigés	N = 17,50	
Proportion par rapport aux contacts totaux	2,8 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 3, le 09/07/2019	Du 09/04/19 au 23/10/19
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 3 à 04h10	Entre 19h40 et 06h40
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 5 pour 12°C	9°C à 33°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 8 pour 4,5 et 5 m.s ⁻¹	2 à 6 m.s ⁻¹

Tableau 30 : Données d'activité de la Sérotine commune sur l'éolienne SEN 100297 (D7) du parc éolien de Dyé en 2019.

C'est la 10^{ème} espèce la plus impactée par l'éolien en Europe : 120 cas ont été attribués de manière certaine à la Sérotine commune, et 115 cas où la détermination n'a pu discriminer la Sérotine commune et la Sérotine isabelle (Dürr, 2020). Les éoliennes situées à proximité de lisières et dont le champ de rotation des pales passe proche des structures de végétation (canopée, lisières...) sont les plus dangereuses. **La note de risque est élevée (3/4,5).**

IV.4. Patrimonialité des chiroptères sur le parc éolien de Dyé

Le Tableau 31 présente l'ensemble des espèces contactées au cours du suivi annuel, en fonction de leur caractère patrimonial (statuts de protection et de conservation) et de leur sensibilité aux collisions avec les éoliennes.

Toutes les espèces de chauves-souris présentes en France sont intégralement protégées par l'Arrêté Ministériel du 17 avril 1981 relatif à la protection de l'environnement. Depuis 1979, au niveau international, la Convention de Bonn et la Convention de Berne demandent aux états contractants d'assurer la protection de toutes les espèces de chauves-souris décrites dans les annexes, ainsi que la protection des gîtes de reproduction et d'hibernation. En 1992, la Directive « Habitat - Faune – Flore » demande aux pays de la Communauté Européenne la protection stricte de toutes les espèces de chiroptères (elles figurent à l'annexe IV), ainsi que la désignation de Zones Spéciales de Conservation pour les 12 espèces figurant à l'annexe II. Dix-neuf espèces sont classées dans la liste rouge de la faune menacée de France et 13 espèces sont présentes sur la liste rouge mondiale.

Espèce	Directive Habitats	Berne/Bonn	EUROBATS	LR Europe	LR France	LR Région	Note de risque
Noctule commune	IV	II	I	LC	VU	DD	4
Pipistrelle de Nathusius	IV	II	I	LC	NT	DD	3,5
Pipistrelle commune	IV	II	I	LC	NT	LC	3,5
Noctule de Leisler	IV	II	I	LC	NT	NT	3,5
Sérotine commune	IV	II	I	LC	NT	LC	3
Pipistrelle de Kuhl	IV	II	I	LC	LC	LC	2,5

Tableau 31 : Synthèse des valeurs patrimoniales (statuts de protection et de conservation) de chaque espèce de chiroptère recensée sur le parc éolien de Dyé entre mars et novembre 2019.

Légende :

Directive Habitats = Annexe de la Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore
 Berne/Bonn = Annexe des conventions de Berne/Bonn
 EUROBATS = Annexe de la convention de Bonn, accord EUROBATS
 LR Europe/France = Liste rouge Européenne / Française (2017).
 LR Région = Liste rouge régionale Bourgogne (2015, validée par le CSRPN)
VU : Vulnérable
NT : Quasi menacée
LC : Préoccupation mineure
DD : Données insuffisantes

En croisant la note de risque et le niveau de fréquentation du site, les espèces ont donc été classées par ordre de priorité sur le parc éolien de Dyé :

1. La **Pipistrelle commune** présente une forte vulnérabilité et est dominante sur le parc éolien,
2. La **Pipistrelle de Nathusius** présente une forte vulnérabilité et une présence moyenne sur le parc,
3. La **Pipistrelle de Kuhl** présente une vulnérabilité moyenne et une présence moyenne sur le parc,
4. La **Sérotine commune** présente une forte vulnérabilité mais une faible présence sur le parc,
5. La **Noctule commune** présente une très forte vulnérabilité mais une faible présence sur le parc,
6. La **Noctule de Leisler** présente une forte vulnérabilité mais une faible présence sur le parc.

IV.5. Suivi de la mortalité sur le parc éolien de Dyé

Les suivis de mortalité au sol se sont déroulés sans encombre, même si la couverture végétale a parfois minimisé l'efficacité des prospections. Quatre cadavres d'oiseaux et dix cadavres de chiroptères ont été retrouvés lors de ces suivis.

La mortalité réelle estimée est comprise entre 1,9 (Bastos *et al.*, 2013) et 2,4 (Erickson *et al.*, 2000) oiseaux tués par éolienne, et entre 5,6 (Bastos *et al.*, 2013) et 8,4 (Erickson *et al.*, 2000) chauves-souris tuées par éolienne, sur la période étudiée, de mai à octobre 2019. Cette mortalité est conforme aux chiffres indiqués dans la bibliographie pour les oiseaux (Marx, 2017) mais pour les chiroptères, elle est plus élevée que les chiffres indiqués dans la bibliographie pour ce contexte paysager (Rydell *et al.*, 2010).

IV.6. Comparaison mortalité et activité chiroptérologique

Cinq Pipistrelles communes, trois Noctules communes et deux Noctules de Leisler ont été retrouvées lors des suivis de mortalité.

Pour la Pipistrelle commune, les cinq individus ont été retrouvés au sol :

- Le 28/08/2019 sous SEN 100301 (D1) : pas d'enregistrement sur cette éolienne ;
- Le 18/09/2019 sous SEN 100298 (D4) : pas d'enregistrement sur cette éolienne ;
- Le 18/09/2019 sous SEN 100302 (D3) : pas d'enregistrement sur cette éolienne ;
- Le 18/09/2019 sous SEN 100301 (D1) : pas d'enregistrement sur cette éolienne ;
- Le 24/09/2019 sous SEN 100298 (D4) : pas d'enregistrement sur cette éolienne.

Pour la Noctule commune, les trois individus ont été retrouvés au sol :

- Le 01/08/2019 sous SEN 100302 (D3) : pas d'enregistrement sur cette éolienne ;
- Le 07/08/2019 sous SEN 100299 (D5) : au cours de la nuit précédente (le cadavre était très frais), un seul contact a été enregistré sur cette éolienne à 23h00, pour une vitesse de vent de 1,9 m.s⁻¹ et une température de 21,8°C, ce qui représente 8,7 % de l'activité chiroptérologique corrigée mesurée pour cette espèce autour de cette éolienne. Pour de telles données météorologiques, l'éolienne D5 était pourtant bridée (cf. annexe VII.3), la mortalité de cette Noctule commune a donc dû intervenir en-dehors des limitations horaires de ce bridage ;
- Le 28/08/2019 sous SEN 100300 (D2) : pas d'enregistrement sur cette éolienne.

Pour la Noctule de Leisler, les deux individus ont été retrouvés au sol :

- Le 28/08/2019 sous SEN 100301 (D1) : pas d'enregistrement sur cette éolienne ;
- Le 11/09/2019 sous SEN 100298 (D4) : pas d'enregistrement sur cette éolienne.

V. Conclusion

Sur les six espèces présentes en altitude, l'activité est considérée comme faible. Pendant la durée de l'étude, en 2019, sur l'ensemble du parc éolien de Dyé, plus de 90% de l'activité chiroptérologique a été caractérisée par les paramètres suivants :

- Du 11 juin au 25 octobre,
- Entre 20h10 et 06h50,
- Pour une vitesse de vent entre 0 et 6 m.s⁻¹,
- Pour une température supérieure à 13°C.

La mortalité réelle estimée des oiseaux est conforme aux résultats attendus dans ce contexte paysager mais les **Roitelets à triple bandeau** (*Regulus ignicapilla*) représentent 75 % des cadavres d'oiseaux retrouvés. Or, ces migrants nocturnes sont particulièrement impactés par les éoliennes, peut-être en raison de la faible visibilité ou de l'attractivité des éclairages nocturnes (Aschwanden *et al.*, 2018, Haupt, 2009) mais rien n'a été prouvé. De plus, leur très petite taille, et donc possiblement leur plus faible probabilité d'être retrouvés, engendrerait une sous-estimation de l'impact réel des parcs éoliens sur ces populations.

La mortalité réelle estimée des chiroptères est plus élevée, notamment pour des espèces considérées comme vulnérables sur ce site : la **Pipistrelle commune**, la **Noctule commune** et la **Noctule de Leisler**. Ces espèces sont inscrites en annexe IV de la Directive Habitats, en annexes II des conventions de Berne et de Bonne, ainsi qu'en annexe I de la directive EUROBATS. Au niveau national, la Noctule commune est considérée comme « vulnérable » mais les données régionales ne permettent pas de clarifier son statut de conservation en Bourgogne. La Pipistrelle commune est considérée comme « Quasi-menacée » au niveau national mais n'est pas considérée comme menacée d'extinction en Bourgogne (Société d'Histoire Naturelle d'Autun, 2015). Enfin, la Noctule de Leisler est considérée comme « Quasi-menacée » au niveau national mais également au niveau régional (Société d'Histoire Naturelle d'Autun, 2015). Ces espèces sont très vulnérables face au risque de collision avec les éoliennes : la Noctule commune a une note de risque de 4/4,5 et les deux autres espèces une note de risque de 3/4,5. Nous rappelons qu'en termes de mortalité due aux éoliennes, la Pipistrelle commune comptabilise 995 cas de mortalité en France, la Noctule de Leisler 153 cas et la Noctule commune 104 cas.

Pour les oiseaux, nous ne préconisons donc aucun bridage environnemental mais seulement la poursuite des suivis environnementaux conformément au protocole ministériel dans le cadre de la législation des ICPE. Pour autant, le maintien de la régulation nocturne pour les chauves-souris et son extension à l'ensemble du parc constituera la principale mesure de maîtrise du risque de mortalité en protégeant très probablement les passereaux migrants nocturnes à l'automne.

Pour les chiroptères, nous préconisons un bridage du parc éolien de début juin à fin octobre en fonction des paramètres météorologiques décrivant l'activité, couplé d'une part à une détection de l'activité mesurée en temps réel sur le site, permettant de vérifier que les niveaux d'activité des chiroptères, et en particulier ceux des trois espèces citées précédemment, restent constants, et d'autre part, à un suivi de la mortalité pour apprécier l'efficacité du plan de bridage.

La mise en place d'une régulation par un module tel que ProBat, combinant système prédictif et détection de l'activité en temps réel, permet de maximiser la préservation de la chiroptérofaune, y compris celle des espèces migratrices grâce à un réseau de veille à grande échelle, tout en assurant des performances optimales pour la production d'énergie (cf. annexe VII.7). Tous les réglages du module ProBat restent ajustables en fonction du parc éolien et sur toute sa durée de vie.

VI. Bibliographie

- ADEME (1999). Guide du porteur de projet de parc éolien. Connaître pour agir. Guides et cahiers techniques 6 : 23-28.
- ADEME (2012). Projet 2012. Schéma Régional éolien. Annexe n°1 du SRCAE (Schéma Climat Air Energie). 28 p.
- Albouy S. (2010). Suivi de l'impact éolien sur l'avifaune et les chiroptères. Exemples de parcs audois (11). Séminaire national LPO Eolien et Biodiversité, Reims le 16 septembre 2010. Abies Energie & Environnement, presentation Power Point 31 p.
- Albouy S., Clément D., Jonard A., Massé P., Pagès J.-M. & Nea P. (1997). Suivi ornithologique du parc éolien de Port-la-Nouvelle : rapport final, 67 p. Abiès, Géokos consultants, LPO Aude.
- Albouy S., Dubois Y. & Picq H. (2001) Suivi Ornithologique Des Parcs Éoliens Du Plateau de Garrigue Haute (Aude). Abies & LPO Aude. Publication ADEME. Consultable ici : <http://aude.eolienne.free.fr/fichiers/SuiviOrnitho.pdf>.
- Alcalde J. T. (2003). Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. *Barbastella*, 2: 3–6.
- Allouche L., AVES environnement & Groupe Chiroptères de Provence (2010). Etude de la mortalité des Chiroptères. Parc éolien du Mas de Leuze, commune de Saint-Martin-de-Crau (13), 17 mars – 27 novembre 2009. Pour Energie du Delta. 36 p.
- Altmann J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3), 227-266.
- Anderson R.L., Erickson W., Strickland D., Bourassa M., Tom J. & Neumann N. (2001). Avian Monitoring and Risk Assessment at Tchapapi Pass and San Gorgonio Pass Wind Resource Areas, California. In: PNAWPPM IV, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Carmel, California, May 2001: 53-54.
- Arthur, L. et Lemaire, M. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse, Collection Parthénope. Biotope éditions, deuxième édition. Publications scientifiques du muséum. 544 p. ISBN Biotope: 978-2-36662-139-6.
- Aschwanden J., Stark H., Peter D., Steuri T., Schmid B., Liechti F. (2018). Bird collisions at wind turbines in a mountainous area related to bird movement intensities measured by radar. *Biological Conservation*, 220, p. 228-236.
- Bach L., Bach P. & Tillmann M. 2011(a). What does bat activity inside the forest tell us about the activity above the canopy? A method for sensing bat activity at proposed wind plans in forest.
- Bach L. (2001). Fledermäuse und Windenergienutzung—reale probleme oder einbildung. *Vogelkdl. Ber. Niedersachs.* 33:119-124.
- Bach L., Brinkmann R., Limpens H.J.G.A., Rahmel U., Reichenbach M. & Roschen A. (1999). Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung. - Bremer Beitrage fuer Naturkunde und Naturschutz, Band 4. Themenheft "Voegel und Windkraft" : 163-170.
- Baerwald E.F. & Barclay R. (2009). Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. *J Mammal* 90(6):1341–1349
- Baerwald E.F., D'Amours G.H., Klug BJ & Barclay R. (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Curr Biol* 18(16):R695–696
- Barataud M. (2012). Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344 p.
- Barrios L. & Rodriguez, A. (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, Vol 41, 72-81.
- Bastos R., Santos M. & Cabral J.A. (2013). A new stochastic dynamic tool to improve the accuracy of mortality estimates for bats killed at wind farms. *Ecological Indicators* 34:428-440
- Bellebaum J., Korner-Nievergelt F., Dürr T., Mammen U. (2013). Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. *J Nat Conserv* 21(6):394–400. doi:10.1016/j.jnc.2013.06.001
- Bennett V.J., Hale A.M. (2014). Red aviation lights on wind turbines do not increase bat–turbine collisions. *Animal Conserv* 17:354–358. doi:10.1111/acv.12102
- Bergen F. (2001). Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Dissertation, Ruhr Universität Bochum.
- Beucher Y. (2007), Suivi évaluation de l'impact sur les oiseaux du parc éolien de Ségur (12). Campagne 2007, première année d'exploitation. 66p.
- Beucher Y., Kelm V., Geyelin M. & Pick D. (2011). Réduction significative de la mortalité des chauves-souris liée aux éoliennes - Poster
- Brinkmann R., Schauer-Weissahn H. & Bontadina F. (2006). Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Gundelfingen, Germany. <http://www.rp-freiburg.de/servlet/PB/show/1158478/rpf-wind-kraft-fledermaeuse.pdf>. Accessed 7 August 2013
- Cade T.J. (1994). Industry Research : Kenetech Windpower. In : PNAWPPM I, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting I, Denver, Colorado, July 1994. 179 p.
- Camiña A. (2013). Guidelines for wind farm planning on birds and bats: Lessons learned from operating wind farms. Washington, DC, USA: Biodiversity & Ecosystem Services in Impact Assessment Inter-American Development Bank.
- Carl G., Thelander C.G. & Rugges D.L. (2001). Examining relationships between bird Risk behaviours and fatalities at the Altamont Wind Resource Area : a second year's progress report. In : PNAWPPM IV, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Carmel, California : 5-14.
- Cornut J. & Vincent S. (2010). Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. LPO Drôme. Rapport 39 p.
- Cryan P.M. & Barclay R. (2009). Causes of Bat Fatalities at Wind Turbines : hypotheses and Predictions. *J Mammal*. 90(6):1330–1340.
- Curry R.C. & Kerlinger P. (2000). Avian Mitigation Plan : Kenetech Model Wind Turbines, Altamont Pass WRA, California. In : PNAWPPM III, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California, June 2000 : 18-27.
- De Lucas M., Janss G.F.E., Whitfield D.P. & Ferrer M. (2008) Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *J Appl Ecol* 45(6):1695–1703. doi: 10.1111/j.13652664.2008.01549.x
- Dirksen S., Spaans A.L. & van der Winden J. (2000). Studies on Nocturnal Flight Paths and Altitudes of Waterbirds in Relation to Wind Turbines : A Review of Current Research in The Netherlands. In : PNAWPPM III, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California, June 2000 : 97-109.
- Dooling, R. J., & Lohr, B. (2001). The role of hearing in avian avoidance of wind turbines. In Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting IV (ed. PNAWPPM-IV) (pp. 115-127).
- Dulac P. (2008). Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, la Roche sur Yon - Nantes, 106 p.
- Dürr T. & Bach L. (2004). Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 7 : 253 – 263.
- Dürr T. (2002). Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen in Deutschland. *Nyctalus*. 8(2):115–118.
- Dürr T. (2020). Synthèse des bilans de suivi de la mortalité sous les éoliennes d'Europe, bilan de janvier 2020.
- Erickson W.P., Johnson G.D. & Young D.P. (2005). A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions. USDA Forest Service General Technical Report PSWGTR-191, 1029-1042.
- Evans W.R. (2000). Applications of Acoustic Bird Monitoring for the wind power Industry. In : PNAWPPM III, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California, June 2000 : 141-151.
- Garvin J.C., Jennelle C.S., Drake D. & Grodsky S.M. (2011) Response of raptors to a windfarm. *J Appl Ecol* 48(1):199–209. doi: 10.1111/j. 1365-2664.2010.01912.x
- Gensbol B. (2004) – Guide des rapaces diurnes, Europe, Afrique du Nord et Moyen Orient – Coll° Les guides du naturaliste – Ed° Delachaux et Niestlé. Paris. 403 p.
- Groupe Chiroptères de la SFEPM (2016). Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres. Actualisation 2016 des recommandations SFEPM, Version 2.1 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 33 pages + annexes.
- Grünkorn T., Diederichs A., Poszig D., Diederichs B. & Nehls G. (2009). Wie viele Vogel kollidieren mit Windenergieanlagen? How many birds collide with wind turbines? *Nat Landsch* 84(7): 309– 314
- Guyonne J. & Clave A.T. (2000, In press). A study of bird behavior in a wind farm and adjacent areas in Tarifa (Spain); management considerations. Proc. Nat. Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego.
- Hall L.S. & Richards G.C. (1972). Notes on *Tadarida australis* (Chiroptera : Molossidae). *Australian Mammalogy* 1: 46-47.
- Hanagasioglu M., Aschwanden J., Bontadina F. & De la Puente Nilsson M. 2015. Investigation of the effectiveness of bat and bird detection of the DTBat and DTBird systems at Calandawind turbine - Final Report. 142 pages
- Haquart A., Bas Y., Tranchard J. & Lagrange H. (2012). Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mâts de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. Biotope, Bourges. 54 p.
- Haupt, H., 2009. Der Letzte macht das Licht an! - Zu den Auswirkungen leuchtender Hochhäuser auf den nächtlichen Vogelzug am Beispiel des „Post-Towers“ in Bonn. *Charadrius* 45, 1–19.
- Heitz C. & Jung L. (2017). Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions. Etude bibliographique. Ecosphère. Rapport, 149 p.

- Hernandez-Pliego, J., de Lucas M., Munoz A.-R. & Ferrer M. (2015). Effects of wind farms on Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) in southern Spain. *Biological Conservation* 191: 452–458.
- Hill R., Hill K., Aumüller R., Schulz A., Dittmann T., Kulemeyer C. & Coppack T. (2014). Of birds, blades and barriers: Detecting and analyzing mass migration events at alpha ventus. In: Federal Maritime and Hydrographic Agency, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (eds.) *Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus*, Springer Fachmedien, Wiesbaden 2014, pp 111–131.
- Horn J.W., Arnett E.B. & Kunz T.H. (2008). Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *Journal of Wildlife Management*, 72(1), 123-132.
- Hötter H., Thomsen K.-M. & Jeromin H. (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. NABU Michael-Otto-Institut. 65 p.
- Hurst, J., Dietz M., Höhne E., Biedermann M., Karst I., Schorcht W., Dietz C. & Brinkmann R. 2015. Bats activity above the forest canopy - Poster Conference on Wind Energy and Wildlife impacts, 10-12, 2015 Berlin
- Huso M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 22(3), 318-329.
- James R.D. & Coady G. (2003). Exhibition Place wind turbine bird monitoring program in 2003. Toronto Hydro Energy Services Inc., Toronto, Ont., and Windshare, Toronto, Ont.
- Janss G. (2000). Bird Behaviour in and Near a Wind Farm at Tarifa, Spain: Management Considerations. In PNAWPPM-III, p110-114.
- Johnson G.D., Erickson W.P., Strickland M.D., Shepherd M.F., Shepherd D.A. & Sarappo S.A. (2002). Collision mortality of local and migrant birds at a large-scale wind-power development on Buffalo Ridge, Minnesota. *Wildlife Society Bulletin* 30: 879–887.
- Johnson G.D., Erickson W.P., Strickland M.D., Shepherd M.F., Shepherd D.A. & Sarappo S.A. (2003). Mortality of Bats at a Large-scale Wind Power Development at Buffalo Ridge, Minnesota. *Am Midl Nat.* 150(2):332–342.
- Johnston N.N., Bradley J.E. & Otter K.A. (2014). Increased flight altitudes among migrating Golden Eagles suggest turbine avoidance at a Rocky Mountain wind installation. *PLOS One* 9:e93030. doi:10.1371/journal.pone.0093030
- Joiris E. (2012). High altitude bat monitoring. Preliminary results Hainaut & Ardennes. CSD Ingenieurs. 69 p.
- Kerlinger P., Gehring J.L., Erickson W.P., Curry R., Jain A. & Guarnaccia J. (2010). Night migrant fatalities and obstruction lighting at wind turbines in North America. *Wilson Journal of Ornithology* 122: 744–754.
- Kingsley A. & Whittam B. (2001). Potential impacts of wind turbines on birds at North Cape, Prince Edward Island. *Bird Studies Canada*, Sackville, New Brunswick, Canada.
- Kitano M. & Shiraki S. (2013). Estimation of bird fatalities at wind farms with complex topography and vegetation in Hokkaido, Japan. *Wildlife Society Bulletin* 37:41–48.
- Kreuzinger J. (2008). Kulissenwirkung und Vögel. Methodische Rahmenbedingungen für die Auswirkungsanalyse in der FFH-VP. Vilmer Expertentagung 29.09.-01.10.2008. http://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/ina/vortraege/2008-FFH-VP_Gesamt.pdf.
- Kunz T.H., Arnett E.B., Erickson W.P., Hoar A.R., Johnson G.D., Larkin R.P., *et al.* (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Front Ecol Environ.* 5(6): 315–324.
- Lagrange H. & Rico P. (2011). Chirotech Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Mas de Leuze (commune de Saint Martin de Crau-13). ADEME, Biotope : 50 p. DOI : 10.13140/RG.2.2.23108.83849
- Lagrange H., Roussel E., Ughetto A.L., Boulnois R., Haquart A. & Melki F. (2009). Bilan des tests d'asservissement sur le parc éolien de Bouin, en Vendée. ADEME, Biotope : 47 p. DOI : 10.13140/RG.2.2.10316.21129
- Langston R.H.W. & Pullan, J.D. (2003) Wind Farms and Birds: an Analysis of the Effects of Wind Farms on Birds and Guidance on Environmental Assessment Criteria and Site Selection Issues. BirdLife International report to the Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, 59 pp.
- Larsen J.K. & Madsen J. (2000). Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (*Anser brachyrhynchus*): a landscape perspective. *Landsc Ecol* 15(8):755–764. doi: 10.1023/A:1008127702944
- Leddy K.L., Higgins K.F. & Naugle D.E. (1999). Effects of wind turbines on upland nesting birds in Conservation Reserve Program grasslands. *Wilson Bull* 111(1): 100–104.
- Lekuona J.M. (2001). Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murcielagos en los parques eolicos de Navarra durante un ciclo anual. Direccion General de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra, Pamplona. Rapport Technique 155 p.
- Lekuona, J.M. & Ursúa, C. (2006). Avian mortality in wind plants of Navarra (northern Spain). In: de Lucas M., Janss G. & Ferrer M. (eds). *Birds and Wind Power*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Loesch C.R., Walker J.A., Reynolds R.E., Gleason J.S., Niemuth N.D., Stephens S.E. & Erickson M.A. (2013). Effect of wind energy development on breeding duck densities in the Prairie Pothole region. *Journal of Wildlife Management* 77: 587–598.
- Loriet Nature Environnement, Eure et Loir Nature, Biotope/Green ingénierie, Lustrat, P. & Pratz, J.P. (2010). Suivi Ornithologique et Chiroptérologique Des Parcs Éoliens de Beauce (Résultats 2006-2009). Accessed June 23, 2017. <http://www.loiret-nature-environnement.org/inventaires/fichiers-eoliennes/Plaqueette-Eolienne.pdf>.
- Marques A.T., Batalha H., Rodrigues S., Costa H., Pereira M.J.R., Fonseca C., Mascarenhas M. & Bernardino J. (2014). Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation* 179:40–52.
- Martin G.R. (2012). Through birds' eyes: Insights into avian sensory ecology. *Journal of Ornithology* 153 (Supplement 1): S23–S48.
- Marx G. (2016). Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Etude des suivis de mortalité réalisées en France de 1997 à 2015. LPO France.
- MEDDE (2014). Electricité renouvelable installée par commune. Actualisation au 31 décembre 2013
- MEDDM (2010). Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens. Actualisation 2010. 188 p. + Fiches techniques
- Morinha F., Travassos P., Seixas F., Martins A., Bastos R., Carvalho D., *et al.* (2014) Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal. *Bird Study* 61(2): 255–259. doi: 10.1080/00063657.2014.883357
- Olea P.P. (2001). Postfledging dispersal in the endangered Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Bird Study*, 48(1), 110-115.
- Osborn R.G., Higgins K.F., Dieter C.D. & Usgaard R.E. (1996). Bat collisions with wind turbines in southwestern Minnesota. *Bat Research News*, 37(4), 105-108.
- Osborn R.G., Dieter C.D., Higgins K.F. & Usgaard R.E. (1998) Bird flight characteristics near wind turbines in Minnesota. *American Midland Naturalist*, 139, 20–38.
- Page J.E., Kritz K.J., Millsap B.A., Murphy R.K., Kershner E.L. & Covington S. (2013). Bald and Golden eagle mortalities at wind energy facilities in the contiguous United States. *Journal of Raptor Research* 47: 311–315.
- Pearce-Higgins J.W., Stephen L., Douse A. & Langston R.H.W. (2012). Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis. *J Appl Ecol* 49(2): 386–394. doi: 10.1111/j.1365-2664.2012.02110.x
- Pedersen M.B. & Poulsen E. (1991) Avian Response to the Implementation of the Tjaereborg Wind Turbine at the Danish Wadden Sea. *Studies on Danish Fauna Report* 47. Denmark Institute of Ecological Studies, Kalø, Denmark.
- Percival S.M. (1998). Birds and wind turbines - managing potential planning issues. Pages 345-350 in S. Powles, editor. *British Wind Energy Association*. Bury St. Edmunds, Cardiff.
- Percival S.M. (2001). Assessment of the effects of offshore wind farms on birds. *Ecology consulting*. 66 p.
- Puzen S.C. (2002). Bat interactions with wind turbines in northeastern Wisconsin. Wisconsin Public Service Corporation, Green Bay, USA.
- Recommandation EUROBATS : Distances Maximales Des Terrains de Chasse Par Espèce et Hauteurs de Vol." Accessed June 23, 2017. https://www.sfepm.org/pdf/Annexe_3_distance_max.pdf.
- Reichenbach M. & Steinborn H. (2006). Windkraft, Vögel, Lebensraum- Ergebnisse einer fünfjährigen BACI-Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen* 32:243–259
- Richardson W.J. (2000). Bird Migration and Wind Turbines : Migration Timing, Flight Behavior, and Collision Risk. In : PNAWPPM III, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California, June 2000 : 132-140.
- Rico P., Lagrange H., Cosson E., Fourasté S. & Allouche L. (2012). Bilan des tests d'asservissement sur le parc éolien du Mas de Leuze-commune de Saint Martin de Crau (13). ADEME/Biotope : 84p.
- Rocamora & Yeatman-Berthelot (1999). Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste rouge et priorités. Société d'Etudes ornithologiques de France / Ligue pour la protection des oiseaux. Paris. 560p.
- Roeleke M., Blohm T., Kramer-Schadt S., Yovel Y. & Voigt C.C. (2016). Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. *Sci. rep.* 6, 28961;doi:10.1038/srep28961. Rydell *et al.*, 2011 ;
- Roemer C., Devos S. & Bas Y. 2014. Assessment of bat mortality risk around human activities using unattended recordings for flight path reconstruction. Présentation Powerpoint, 13th European Bat Research Symposium 2014, Sibenik, Croatia
- Rydell J. *et al.* (2012). The effect on wind power on birds and bats. A synthesis. 152 p.
- Rydell J., Bach L., Dubourg-Savage M., Green M., Rodrigues L. & Hedenström A. (2010). Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterolog.* 12(2): 261–274.

- Schuster E., Bulling, L., & Köppel, J. (2015). Consolidating the State of Knowledge: A Synoptical Review of Wind Energy's Wildlife Effects. *Environmental Management*, 56(2), 300–331. <http://doi.org/10.1007/s00267-015-0501-5>
- Seiche K. (2008). Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. Report to Freistaat Sachsen. Landesamt für Umwelt und Geologie. www.smul.sachsen.de/lfug
- Shaffer J.A. & Buhl D.A. (2016). Effects of wind-energy facilities on breeding grassland bird distributions. *Conservation Biology* 30: 59–71.
- Smallwood K.S. (2013). Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects. *Wildlife Society Bulletin*, 37(1), 19-33.
- Smallwood K.S., Ruge L.M., Morrison M.L. (2009). Influence of behavior on bird mortality in wind energy developments. *J Wildl Manag* 73(7):1082–1098. doi:10.2193/2008-555
- Smith J.A. & Dwyer J.F. (2016). Avian interactions with renewable energy infrastructure: An update. *The Condor. Ornithological Application*. Vol 18, pp. 441-423. DOI: 10.1650/CONDOR-15-61.1
- Soufflot, J. (2010). Synthèse des impacts de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs en Champagne-Ardenne. LPO Champagne-Ardenne. <http://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lposynthesesuivis.pdf>.
- Steinborn H. & Reichenbach M. (2012). Einfluss von Windenergieanlagen auf den Ortolan *Emberiza hortulana* in Relation zu weiteren Habitat parametern. *Vogelwelt* 133:59–75
- Strickland M.D., Johnson G., Erickson W.P. & Kronner K. (2001). Avian Studies at Wind Plants Located at Buffalo Ridge, Minnesota and Vansycle Ridge, Oregon. In : PNAWPPM IV, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Carmel, California, May 2001 : 38-52.
- Svensson L., Mullarney K. et Zetterström D. (2015). *Le Guide Ornitho*, Collection Guide Delachaux. Editions Delachaux et Niestlé. 446p. ISBN : 978-2-603-02393-8.
- Thomas R. (2000). An Assessment of the Impact of Wind Turbines on Birds at Ten Windfarm Sites in the UK. *Sustainable Development International* 2 : 215-219.
- UICN (2017). La liste rouge des espèces menacées de France. Chapitre Oiseaux nicheurs de France métropolitaine. 12 p.
- Van Diermen J., Van Manen W. & Baaij E. (2009). Terreingebruik en activiteitspatroon van Wespandieven *Pernis apivorus* op de Veluwe. *De takkeling*, 17(2), 109-133.
- Walters K., Kosciuch K. & Jones J. (2013). A Critical Review of the Effects of Tall Structures on Birds. In: *Naturvardsverket (ed): Book of Abstracts. Conference on Wind Power and Environmental Impacts (CWE2013) Stockholm 5–7 February*. Report 6546, Stockholm, Sweden. p 106
- Whitfield D.P. & Madders M. (2006). A review of the impacts of wind farms on hen harriers *Circus cyaneus* and an estimation of collision avoidance rates. *Natural research information note 1 (revised)*. Aberdeen. 32 p.
- Winkelman J.E. (1992). De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1: aanvaringslachtoffers. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 1: collision victims.] RIN-rapport92/2. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Winkelman J.E. (1985). Bird impact by middle-sized wind turbines on flight behaviour, victims, and disturbance. *Limosa*, 58, 117–121.
- Winkelman J.E. (1989). Birds and the wind park near Urk: collision victims and disturbance of ducks, geese and swans. RIN Rep. 89/15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, The Netherlands. Pp.122-166, in: *Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting*, Lakewood, Colorado, July 20-21, 1994. 145 p.
- Winkelman J.E. (1994). Bird/Wind Turbine Investigations in Europe. In : PNAWPPM I, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting I, Denver, Colorado, July 1994. 179 p.
- Zeiler H.P. & Gruenschachner-Berger V. (2009). Impact of wind power plants on black grouse, *Lyrurus tetrix* in Alpine regions. *Folia Zool* 58(2): 173–182.
- Zimmerling J.R., Pomeroy A.C., d'Entremont M.V. & Francis C.M. (2013). Canadian estimate of bird mortality due to collisions and direct habitat loss associated with wind turbine developments. *Avian Conserv Ecol*. Doi:10.5751/ACE-00609-080210

VII. Annexes

VII.1. Photographies calibrées des cadavres d'oiseaux et de chauves-souris retrouvés sur le parc éolien de Dyé.



Noctule commune, trouvée le 01/08/19 sous SEN 100302 (D3)



Noctule commune, trouvée le 07/08/19 sous SEN 100299 (D5)



Noctule de Leisler, trouvée le 28/08/19 sous SEN 100301 (D1)



Pipistrelle commune, trouvée le 28/08/19 sous SEN 100301 (D1)



Noctule commune, trouvée le 28/08/19 sous SEN 100300 (D2)



Noctule de Leisler, trouvée le 11/09/19 sous SEN 100298 (D4)



Roitelet à triple bandeau, trouvé le 11/09/2019 sous SEN 100302 (D3)



Pipistrelle commune, trouvée le 18/09/2019 sous SEN 100298 (D4)



Pipistrelle commune, trouvée le 18/09/2019 sous SEN 100302 (D3)



Pipistrelle commune, trouvée le 18/09/2019 sous SEN 100301 (D1)



Pipistrelle commune, trouvée le 24/09/2019 sous SEN 100298 (D4)



Roitelet à triple bandeau, trouvé le 10/10/2019 sous SEN 100302 (D3)



Pouillot véloce, trouvé le 16/10/2019 sous SEN 100299 (D5)



Roitelet à triple bandeau, trouvé le 21/10/2019 sous SEN 100302 (D3)

VII.2. Fiches d'identification des cadavres retrouvés sur le parc éolien de Dyé en 2019

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 01/08/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 8h à 12h45	
Espèce : Noctule commune		Photo :	20190802_111954
N° de l'éolienne :	SEN 100302	Cadavre N° :	1
Heure du relevé :	10h45	Sexe :	Indéterminé
Eolienne à l'arrêt :	En fonctionnement	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	40 m	Mort depuis x jours :	1 jour
Direction par rapport au mât :	Est	Etat du cadavre :	Frais
Latitude :	47.8874444	Présence d'insectes :	Moucheron
Longitude :	3.8508889	Partie prélevée :	Entier
Note sur les blessures et état du cadavre : avant-bras cassé, barotraumatisme			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 28/08/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 8h10 à 12h40	
Espèce : Noctule commune		Photo :	P1000088
N° de l'éolienne :	SEN 100300	Cadavre N° :	5
Heure du relevé :	12h10	Sexe :	Femelle
Eolienne à l'arrêt :	en fonctionnement	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	45m	Mort depuis x jours :	Nuit même
Direction par rapport au mât :	Nord	Etat du cadavre :	Frais
Latitude :	47.8858333	Présence d'insectes :	Non
Longitude :	3.8430556	Partie prélevée :	Entier
Note sur les blessures et état du cadavre : collision ? Ailes et mâchoire cassées			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 07/08/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 8h30 à 13h	
Espèce : Noctule commune		Photo :	P1270340
N° de l'éolienne :	SEN 100299	Cadavre N° :	2
Heure du relevé :	9h	Sexe :	Mâle
Eolienne à l'arrêt :	oui	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	33 m	Mort depuis x jours :	1 jour
Direction par rapport au mât :	Nord	Etat du cadavre :	Très frais
Latitude :	47.8818889	Présence d'insectes :	Fourmis
Longitude :	3.847583333	Partie prélevée :	Entier
Note sur les blessures et état du cadavre : pas de blessure apparente, barotraumatisme			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 11/09/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 8h30 à 13h10	
Espèce : Noctule de Leisler		Photo :	P1000179
N° de l'éolienne :	SEN 100298	Cadavre N° :	6
Heure du relevé :	9h30	Sexe :	Indéterminé
Eolienne à l'arrêt :	oui	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	36m	Mort depuis x jours :	Jour même
Direction par rapport au mât :	Sud	Etat du cadavre :	Frais
Latitude :	47.8808056	Présence d'insectes :	Non
Longitude :	3.840916667	Partie prélevée :	Entier
Note sur les blessures et état du cadavre : pas de blessure apparente, barotraumatisme			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 28/08/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 8h10 à 12h40	
Espèce : Noctule de Leisler		Photo :	P1000086
N° de l'éolienne :	SEN 100301	Cadavre N° :	3
Heure du relevé :	11h15	Sexe :	Mâle
Eolienne à l'arrêt :	oui	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	45m	Mort depuis x jours :	4 jours
Direction par rapport au mât :	Nord	Etat du cadavre :	Avancé
Latitude :	47.890411	Présence d'insectes :	Mouches, larves, œufs
Longitude :	3.847876	Partie prélevée :	Entier
Note sur les blessures et état du cadavre : état trop avancé pour détecter une blessure, barotraumatisme			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 11/09/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 8h30 à 13h10	
Espèce : Roitelet à triple bandeau		Photo :	P1000178
N° de l'éolienne :	SEN 100302	Cadavre N° :	7
Heure du relevé :	11h20	Sexe :	Mâle
Eolienne à l'arrêt :	en fonctionnement	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	58m	Mort depuis x jours :	Jour même
Direction par rapport au mât :	Sud-ouest	Etat du cadavre :	frais
Latitude :	47.8871389	Présence d'insectes :	mouche
Longitude :	3.8496944	Partie prélevée :	entier
Note sur les blessures et état du cadavre : trace derrière la tête, encore chaud			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 28/08/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 8h10 à 12h40	
Espèce : Pipistrelle commune		Photo :	P1000087
N° de l'éolienne :	SEN 100301	Cadavre N° :	4
Heure du relevé :	11h15	Sexe :	Indéterminé
Eolienne à l'arrêt :	oui	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	37m	Mort depuis x jours :	4 jours
Direction par rapport au mât :	Sud-Ouest	Etat du cadavre :	Avancé
Latitude :	47.8896944	Présence d'insectes :	Mouches, larves, œufs
Longitude :	3.84741667	Partie prélevée :	Entier
Note sur les blessures et état du cadavre : état trop avancé pour détecter une blessure, barotraumatisme			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 18/09/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 13h20 à 18h45	
Espèce : Pipistrelle commune		Photo :	P1000255
N° de l'éolienne :	SEN 100298	Cadavre N° :	8
Heure du relevé :	14h20	Sexe :	Mâle
Eolienne à l'arrêt :	oui	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	30m	Mort depuis x jours :	6 jours
Direction par rapport au mât :	Sud	Etat du cadavre :	sec + décomposé
Latitude :	47.8809167	Présence d'insectes :	oui
Longitude :	3.8407222	Partie prélevée :	entier
Note sur les blessures et état du cadavre : 1 doigt cassé, sûrement dû à la chute. Barotraumatisme			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 18/09/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 13h20 à 18h45	
Espèce : Pipistrelle commune		Photo :	P1000256
N° de l'éolienne :	SEN 100302	Cadavre N° :	9
Heure du relevé :	16h30	Sexe :	Mâle
Eolienne à l'arrêt :	en fonctionnement	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	55m	Mort depuis x jours :	3 jours
Direction par rapport au mât :	Nord	Etat du cadavre :	avancé
Latitude :	47.8878611	Présence d'insectes :	œufs de mouche
Longitude :	3.8503611	Partie prélevée :	entier
Note sur les blessures et état du cadavre : poils mouillés (ventre et bas du dos), pas de blessure apparente, barotraumatisme			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 16/10/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 10h30 à 16h30	
Espèce : Pouillot véloce		Photo :	P1000406
N° de l'éolienne :	SEN 100299	Cadavre N° :	13
Heure du relevé :	11h50	Sexe :	Indéterminé
Eolienne à l'arrêt :	en fonctionnement	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	25m	Mort depuis x jours :	1 jour
Direction par rapport au mât :	Nord-Ouest	Etat du cadavre :	frais
Latitude :	47.8818889	Présence d'insectes :	non
Longitude :	3.847416667	Partie prélevée :	entier
Note sur les blessures et état du cadavre : pas de blessure apparente			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 18/09/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 13h20 à 18h45	
Espèce : Pipistrelle commune		Photo :	P1000257
N° de l'éolienne :	SEN 100301	Cadavre N° :	10
Heure du relevé :	17h10	Sexe :	Indéterminé
Eolienne à l'arrêt :	en fonctionnement	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	20m	Mort depuis x jours :	4 jours
Direction par rapport au mât :	Sud-Ouest	Etat du cadavre :	avancé
Latitude :	47.8897778	Présence d'insectes :	larves de mouche
Longitude :	3.847583333	Partie prélevée :	entier
Note sur les blessures et état du cadavre : tête et épaule en partie arrachées, ventre ouvert, ailes déployées (collision ?)			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 21/10/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 14h à 18h20	
Espèce : Roitelet à triple bandeau		Photo :	P1000414
N° de l'éolienne :	SEN 100302	Cadavre N° :	14
Heure du relevé :	15h20	Sexe :	Femelle
Eolienne à l'arrêt :	en fonctionnement	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	55 mètres	Mort depuis x jours :	< 2 jours
Direction par rapport au mât :	Nord	Etat du cadavre :	frais
Latitude :	47,887784	Présence d'insectes :	non
Longitude :	3,850345	Partie prélevée :	entier
Note sur les blessures et état du cadavre : coupé en 2 morceaux éloignés de 5 mètres			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 24/09/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 9h40 à 14h	
Espèce : Pipistrelle commune		Photo :	P1000260
N° de l'éolienne :	SEN 100298	Cadavre N° :	11
Heure du relevé :	10h50	Sexe :	Mâle
Eolienne à l'arrêt :	en fonctionnement	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	55m	Mort depuis x jours :	jour même
Direction par rapport au mât :	Nord-est	Etat du cadavre :	frais
Latitude :	47.8815	Présence d'insectes :	non
Longitude :	3.84116667	Partie prélevée :	entier
Note sur les blessures et état du cadavre : pas de blessure apparente, barotraumatisme			

Formulaire de renseignements sur le suivi des espèces			
Nom du site : Dyé		Date du suivi : 10/10/2019	
Observateur : T. Kortenhoff		de 9h30 à 14h30	
Espèce : Roitelet à triple bandeau		Photo :	P1000366
N° de l'éolienne :	SEN 100302	Cadavre N° :	12
Heure du relevé :	11h50	Sexe :	Indéterminé
Eolienne à l'arrêt :	en fonctionnement	Age :	Indéterminé
Distance au pied du mât :	50m	Mort depuis x jours :	4 jours
Direction par rapport au mât :	Sud-Ouest	Etat du cadavre :	avancé
Latitude :	47.887012	Présence d'insectes :	oui
Longitude :	3.849902	Partie prélevée :	entier
Note sur les blessures et état du cadavre : crâne et cou ouverts			

VII.3. Informations de bridage des éoliennes D5 et D7 entre le 03/08/19 et le 07/08/19

Horodate	Eolienne D5				Eolienne D7			
	Production (kW)	Vitesse de vent (m.s ⁻¹)	Température (°C)	Bridage nécessaire ?	Production (kW)	Vitesse de vent (m.s ⁻¹)	Température (°C)	Bridage nécessaire ?
03/08/2019 00:00	120	4,1	22	Non	153	4,4	22	Non
03/08/2019 00:10	226	4,9	21	Non	96	3,7	21	Non
03/08/2019 00:20	311	5,3	21	Non	145	4,2	21	Non
03/08/2019 00:30	231	4,7	21	Non	330	5,1	21	Non
03/08/2019 00:40	574	6,2	20	Non	399	5,4	20	Non
03/08/2019 00:50	447	5,8	20	Non	309	5,0	20	Non
03/08/2019 01:00	203	4,6	20	Non	320	5,2	20	Non
03/08/2019 01:10	153	4,1	20	Non	437	5,6	20	Non
03/08/2019 01:20	209	4,6	20	Non	414	5,5	20	Non
03/08/2019 01:30	254	4,8	19	Non	330	5,1	19	Non
03/08/2019 01:40	330	5,2	19	Non	273	4,9	19	Non
03/08/2019 01:50	444	5,8	19	Non	228	4,6	19	Non
03/08/2019 02:00	439	5,8	19	Non	181	4,1	19	Non
03/08/2019 02:10	515	6,2	19	Non	128	3,8	19	Non
03/08/2019 02:20	424	5,7	19	Non	126	3,9	19	Non
03/08/2019 02:30	408	5,8	19	Non	142	3,9	19	Non
03/08/2019 02:40	288	5,1	19	Non	172	4,3	19	Non
03/08/2019 02:50	263	5,0	18	Non	202	4,7	18	Non
03/08/2019 03:00	416	5,6	18	Non	270	4,9	18	Non
03/08/2019 03:10	341	5,3	18	Non	235	4,7	18	Non
03/08/2019 03:20	378	5,5	18	Non	204	4,6	18	Non
03/08/2019 03:30	274	5,0	18	Non	146	4,1	18	Non
03/08/2019 03:40	304	5,3	18	Non	130	3,9	18	Non
03/08/2019 03:50	443	5,9	18	Non	112	3,7	18	Non
03/08/2019 04:00	453	6,0	18	Non	136	3,8	18	Non
03/08/2019 04:10	461	5,9	17	Non	206	4,4	18	Non
03/08/2019 04:20	427	5,9	17	Non	208	4,6	17	Non
03/08/2019 04:30	449	6,1	17	Non	157	4,1	17	Non
03/08/2019 04:40	406	5,9	17	Non	134	3,9	17	Non
03/08/2019 04:50	460	6,2	17	Non	120	3,8	17	Non
03/08/2019 05:00	404	5,8	17	Non	155	4,0	17	Non
03/08/2019 05:10	251	5,0	17	Non	181	4,3	17	Non
03/08/2019 05:20	307	5,4	17	Non	123	3,8	17	Non
03/08/2019 05:30	293	5,3	17	Non	118	3,8	17	Non
03/08/2019 05:40	272	5,1	17	Non	146	4,1	17	Non
03/08/2019 05:50	263	5,2	16	Non	120	3,9	17	Non
03/08/2019 06:00	238	5,5	16	Non	96	3,6	17	Non
03/08/2019 06:10	217	5,4	17	Non	89	3,5	17	Non
03/08/2019 06:20	275	5,3	17	Non	114	3,9	17	Non
03/08/2019 06:30	248	5,2	17	Non	106	3,9	17	Non
03/08/2019 06:40	237	5,0	17	Non	96	3,6	17	Non
03/08/2019 06:50	215	4,9	17	Non	77	3,4	17	Non
03/08/2019 07:00	195	4,8	17	Non	64	3,2	17	Non
03/08/2019 07:10	169	4,7	17	Non	41	2,8	17	Non
03/08/2019 07:20	123	4,3	17	Non	30	3,0	17	Non
03/08/2019 07:30	79	3,9	17	Non	61	3,3	17	Non
03/08/2019 07:40	44	3,4	18	Non	36	3,0	17	Non
03/08/2019 07:50	23	3,1	18	Non	29	2,9	18	Non
03/08/2019 08:00	47	3,4	18	Non	28	3,0	18	Non
03/08/2019 08:10	36	3,4	19	Non	43	3,2	18	Non
03/08/2019 08:20	35	3,2	19	Non	34	3,2	19	Non
03/08/2019 08:30	8	2,7	20	Non	2	2,4	20	Non
03/08/2019 08:40	-4	2,3	21	Non	-2	2,6	20	Non
03/08/2019 08:50	-2	2,7	21	Non	-5	2,4	20	Non
03/08/2019 09:00	18	2,9	21	Non	3	2,7	20	Non
03/08/2019 09:10	-4	2,4	22	Non	1	2,4	21	Non
03/08/2019 09:20	-1	2,9	22	Non	-1	2,8	21	Non
03/08/2019 09:30	-3	2,7	23	Non	-1	2,8	22	Non
03/08/2019 09:40	5	3,1	23	Non	16	2,7	22	Non
03/08/2019 09:50	-8	2,5	24	Non	-2	2,5	23	Non
03/08/2019 10:00	-3	2,1	24	Non	-2	2,3	23	Non
03/08/2019 10:10	-1	3,0	25	Non	-1	2,6	24	Non
03/08/2019 10:20	-3	3,2	25	Non	-1	2,8	24	Non
03/08/2019 10:30	12	3,1	25	Non	-1	3,0	24	Non
03/08/2019 10:40	12	2,8	24	Non	22	2,9	24	Non

03/08/2019 10:50	-4	3,0	25	Non	9	2,7	24	Non
03/08/2019 11:00	33	3,1	25	Non	35	3,0	24	Non
03/08/2019 11:10	-3	3,3	25	Non	20	2,8	24	Non
03/08/2019 11:20	95	3,9	25	Non	56	3,9	24	Non
03/08/2019 11:30	9	3,1	25	Non	46	3,2	25	Non
03/08/2019 11:40	82	4,1	25	Non	19	3,6	25	Non
03/08/2019 11:50	59	3,3	26	Non	75	3,4	25	Non
03/08/2019 12:00	1	3,3	26	Non	8	3,1	25	Non
03/08/2019 12:10	27	3,1	26	Non	31	3,2	25	Non
03/08/2019 12:20	35	3,2	26	Non	41	3,4	25	Non
03/08/2019 12:30	15	3,1	27	Non	15	2,6	26	Non
03/08/2019 12:40	12	2,7	27	Non	-5	2,6	26	Non
03/08/2019 12:50	42	3,5	27	Non	34	3,6	26	Non
03/08/2019 13:00	6	3,1	28	Non	14	2,5	26	Non
03/08/2019 13:10	55	3,3	27	Non	69	3,6	25	Non
03/08/2019 13:20	-8	2,8	27	Non	-7	2,3	26	Non
03/08/2019 13:30	8	2,9	27	Non	-2	2,8	27	Non
03/08/2019 13:40	-4	2,8	28	Non	-4	2,7	27	Non
03/08/2019 13:50	41	3,2	28	Non	0	3,3	27	Non
03/08/2019 14:00	22	2,4	29	Non	51	2,8	27	Non
03/08/2019 14:10	-3	2,1	29	Non	3	3,0	27	Non
03/08/2019 14:20	67	3,6	28	Non	86	3,7	27	Non
03/08/2019 14:30	25	3,0	28	Non	50	3,4	27	Non
03/08/2019 14:40	19	2,8	29	Non	50	3,0	27	Non
03/08/2019 14:50	21	3,5	29	Non	9	3,0	28	Non
03/08/2019 15:00	149	4,2	28	Non	12	3,1	27	Non
03/08/2019 15:10	63	3,5	28	Non	67	3,5	27	Non
03/08/2019 15:20	92	3,9	28	Non	71	3,8	27	Non
03/08/2019 15:30	104	4,1	28	Non	63	3,8	27	Non
03/08/2019 15:40	-7	2,5	29	Non	30	3,1	27	Non
03/08/2019 15:50	-3	2,2	28	Non	-6	2,4	28	Non
03/08/2019 16:00	-3	2,7	28	Non	-3	2,7	28	Non
03/08/2019 16:10	32	3,3	28	Non	31	3,5	27	Non
03/08/2019 16:20	71	3,6	28	Non	117	4,0	28	Non
03/08/2019 16:30	29	3,0	29	Non	0	3,3	28	Non
03/08/2019 16:40	70	3,8	28	Non	74	3,4	27	Non
03/08/2019 16:50	-3	2,8	28	Non	70	3,5	27	Non
03/08/2019 17:00	69	3,8	28	Non	96	3,7	27	Non
03/08/2019 17:10	60	3,4	28	Non	81	3,6	28	Non
03/08/2019 17:20	64	3,7	28	Non	9	3,2	28	Non
03/08/2019 17:30	19	3,1	28	Non	26	3,1	27	Non
03/08/2019 17:40	-6	2,9	28	Non	5	2,9	27	Non
03/08/2019 17:50	60	3,5	28	Non	20	2,7	28	Non
03/08/2019 18:00	53	3,4	27	Non	69	3,5	27	Non
03/08/2019 18:10	128	4,3	27	Non	121	4,1	27	Non
03/08/2019 18:20	89	3,7	27	Non	90	3,9	27	Non
03/08/2019 18:30	160	4,6	27	Non	193	4,8	26	Non
03/08/2019 18:40	153	4,6	26	Non	108	4,1	26	Non
03/08/2019 18:50	194	4,9	26	Non	163	4,7	26	Non
03/08/2019 19:00	271	5,3	26	Non	186	4,7	25	Non
03/08/2019 19:10	226	5,1	26	Non	214	4,8	25	Non
03/08/2019 19:20	238	5,3	25	Non	179	4,6	25	Non
03/08/2019 19:30	263	5,3	25	Non	151	4,4	25	Non
03/08/2019 19:40	240	5,3	25	Non	104	3,9	25	Non
03/08/2019 19:50	202	5,1	25	Non	73	3,5	25	Non
03/08/2019 20:00	219	5,2	24	Non	56	3,4	25	Non
03/08/2019 20:10	111	4,0	24	Non	44	3,2	24	Non
03/08/2019 20:20	122	4,3	24	Non	35	3,1	24	Non
03/08/2019 20:30	-3	4,4	24	Non	-2	4,0	24	Non
03/08/2019 20:40	-2	4,2	24	Non	-1	4,6	24	Non
03/08/2019 20:50	-2	3,7	24	Non	-1	4,6	24	Non
03/08/2019 21:00	-3	4,6	24	Oui	-2	4,5	23	Oui
03/08/2019 21:10	-2	5,0	24	Oui	-1	4,7	23	Oui
03/08/2019 21:20	-2	4,6	23	Oui	-1	4,5	23	Oui
03/08/2019 21:30	-3	5,4	23	Oui	-2	5,2	23	Oui
03/08/2019 21:40	-2	6,0	23	Oui	-1	6,0	23	Non
03/08/2019 21:50	-2	5,9	23	Oui	0	5,6	23	Oui
03/08/2019 22:00	-1	6,0	23	Oui	0	5,3	23	Oui
03/08/2019 22:10	-1	6,3	23	Non	0	5,9	23	Oui
03/08/2019 22:20	-1	6,4	23	Non	0	5,4	23	Oui



03/08/2019 22:30	78	5,7	23	Oui	0	5,4	23	Oui
03/08/2019 22:40	-1	5,2	23	Oui	0	5,8	23	Oui
03/08/2019 22:50	-1	5,5	22	Oui	0	6,1	22	Non
03/08/2019 23:00	-1	4,5	22	Oui	0	6,7	22	Non
03/08/2019 23:10	-1	4,1	22	Oui	447	7,1	22	Non
03/08/2019 23:20	-1	3,9	22	Oui	756	7,0	22	Non
03/08/2019 23:30	52	3,4	22	Oui	673	6,6	22	Non
03/08/2019 23:40	184	3,8	22	Oui	756	6,7	22	Non
03/08/2019 23:50	486	5,8	21	Oui	752	6,8	21	Non
04/08/2019 00:00	561	6,3	21	Non	652	6,4	21	Non
04/08/2019 00:10	508	6,2	21	Non	599	6,2	21	Non
04/08/2019 00:20	535	6,2	21	Non	634	6,3	21	Non
04/08/2019 00:30	589	6,5	21	Non	655	6,5	21	Non
04/08/2019 00:40	594	6,5	21	Non	647	6,4	21	Non
04/08/2019 00:50	464	6,0	21	Non	528	6,0	21	Non
04/08/2019 01:00	408	5,9	21	Non	449	5,8	21	Non
04/08/2019 01:10	276	5,3	21	Non	361	5,4	21	Non
04/08/2019 01:20	300	5,4	21	Non	317	5,3	21	Non
04/08/2019 01:30	253	5,1	21	Non	339	5,4	21	Non
04/08/2019 01:40	293	5,3	21	Non	421	5,7	21	Non
04/08/2019 01:50	300	5,3	21	Non	361	5,5	21	Non
04/08/2019 02:00	252	5,1	21	Non	283	5,1	21	Non
04/08/2019 02:10	151	4,4	21	Non	161	4,5	21	Non
04/08/2019 02:20	85	3,8	21	Non	120	4,0	21	Non
04/08/2019 02:30	84	3,8	21	Non	108	4,0	21	Non
04/08/2019 02:40	65	3,7	21	Non	82	3,9	21	Non
04/08/2019 02:50	48	3,4	20	Non	61	3,4	21	Non
04/08/2019 03:00	52	3,5	21	Non	51	3,4	20	Non
04/08/2019 03:10	42	3,5	20	Non	56	3,4	20	Non
04/08/2019 03:20	41	3,5	20	Non	47	3,4	20	Non
04/08/2019 03:30	35	3,5	20	Non	45	3,2	20	Non
04/08/2019 03:40	38	3,5	20	Non	50	3,2	20	Non
04/08/2019 03:50	42	2,9	20	Non	75	3,6	21	Non
04/08/2019 04:00	39	3,0	20	Non	73	3,6	21	Non
04/08/2019 04:10	9	2,8	20	Non	26	3,0	21	Non
04/08/2019 04:20	4	3,2	20	Non	11	3,2	20	Non
04/08/2019 04:30	1	3,2	20	Non	4	3,3	20	Non
04/08/2019 04:40	3	3,2	20	Non	3	3,2	20	Non
04/08/2019 04:50	7	3,1	20	Non	6	2,8	20	Non
04/08/2019 05:00	4	3,0	20	Non	1	2,5	20	Non
04/08/2019 05:10	-3	2,7	20	Non	-4	2,4	20	Non
04/08/2019 05:20	-1	2,4	20	Non	1	2,8	20	Non
04/08/2019 05:30	2	2,9	20	Non	10	3,1	20	Non
04/08/2019 05:40	14	3,1	20	Non	23	3,3	20	Non
04/08/2019 05:50	29	3,2	20	Non	33	3,2	20	Non
04/08/2019 06:00	18	3,1	20	Non	21	3,2	20	Non
04/08/2019 06:10	11	3,0	20	Non	12	3,1	20	Non
04/08/2019 06:20	-7	2,5	21	Non	-9	2,6	20	Non
04/08/2019 06:30	13	2,8	20	Non	14	3,2	20	Non
04/08/2019 06:40	64	3,8	20	Non	65	3,8	20	Non
04/08/2019 06:50	113	4,3	20	Non	100	4,2	20	Non
04/08/2019 07:00	93	4,1	20	Non	56	3,3	21	Non
04/08/2019 07:10	34	3,2	21	Non	5	2,6	21	Non
04/08/2019 07:20	-1	2,6	22	Non	9	2,6	22	Non
04/08/2019 07:30	-4	2,2	22	Non	9	2,2	22	Non
04/08/2019 07:40	1	2,1	22	Non	6	1,4	22	Non
04/08/2019 07:50	-3	1,7	22	Non	-3	1,2	22	Non
04/08/2019 08:00	-3	1,5	23	Non	-4	1,9	22	Non
04/08/2019 08:10	-1	1,1	23	Non	-1	1,3	23	Non
04/08/2019 08:20	-1	0,2	24	Non	0	1,0	23	Non
04/08/2019 08:30	0	0,6	25	Non	0	2,1	24	Non
04/08/2019 08:40	-1	1,8	25	Non	0	1,0	24	Non
04/08/2019 08:50	0	1,6	25	Non	0	1,6	25	Non
04/08/2019 09:00	0	1,2	26	Non	0	0,6	26	Non
04/08/2019 09:10	-1	0,4	27	Non	0	0,9	26	Non
04/08/2019 09:20	0	0,4	27	Non	0	0,2	27	Non
04/08/2019 09:30	0	1,2	28	Non	0	0,3	28	Non
04/08/2019 09:40	-1	1,0	28	Non	0	1,0	27	Non
04/08/2019 09:50	-1	1,1	28	Non	0	1,3	28	Non
04/08/2019 10:00	0	1,6	29	Non	0	1,7	28	Non

04/08/2019 10:10	-3	2,2	29	Non	-2	1,9	28	Non
04/08/2019 10:20	-3	2,9	29	Non	-1	1,8	29	Non
04/08/2019 10:30	-1	2,7	30	Non	-1	2,6	29	Non
04/08/2019 10:40	-4	3,0	30	Non	14	3,1	29	Non
04/08/2019 10:50	4	2,8	29	Non	-2	2,3	29	Non
04/08/2019 11:00	-2	3,0	30	Non	3	2,8	29	Non
04/08/2019 11:10	-1	2,8	30	Non	19	3,0	29	Non
04/08/2019 11:20	-1	2,9	31	Non	0	2,2	30	Non
04/08/2019 11:30	14	3,5	30	Non	18	3,4	29	Non
04/08/2019 11:40	62	3,6	30	Non	37	3,1	30	Non
04/08/2019 11:50	15	2,9	31	Non	12	2,5	30	Non
04/08/2019 12:00	-6	3,2	31	Non	-3	3,0	30	Non
04/08/2019 12:10	2	3,2	31	Non	42	3,7	30	Non
04/08/2019 12:20	13	3,0	31	Non	-1	2,2	31	Non
04/08/2019 12:30	-3	3,2	32	Non	0	2,9	31	Non
04/08/2019 12:40	7	3,2	32	Non	-1	2,3	31	Non
04/08/2019 12:50	27	3,8	32	Non	35	3,1	31	Non
04/08/2019 13:00	3	3,1	32	Non	-2	2,4	32	Non
04/08/2019 13:10	32	3,3	32	Non	77	4,3	31	Non
04/08/2019 13:20	4	2,5	33	Non	0	2,0	33	Non
04/08/2019 13:30	-3	3,6	33	Non	-2	3,2	32	Non
04/08/2019 13:40	32	3,4	33	Non	47	3,3	32	Non
04/08/2019 13:50	-2	2,8	34	Non	-4	2,0	33	Non
04/08/2019 14:00	-6	2,5	34	Non	-3	3,0	32	Non
04/08/2019 14:10	53	3,5	34	Non	123	4,3	32	Non
04/08/2019 14:20	114	3,6	33	Non	25	1,8	33	Non
04/08/2019 14:30	0	3,1	34	Non	20	3,3	33	Non
04/08/2019 14:40	-4	2,5	34	Non	2	2,6	33	Non
04/08/2019 14:50	-2	2,0	35	Non	22	3,4	33	Non
04/08/2019 15:00	124	4,4	34	Non	105	3,8	33	Non
04/08/2019 15:10	46	3,6	33	Non	96	3,7	32	Non
04/08/2019 15:20	48	3,3	33	Non	18	2,9	32	Non
04/08/2019 15:30	-4	2,8	33	Non	-4	3,2	33	Non
04/08/2019 15:40	61	3,6	33	Non	45	3,7	33	Non
04/08/2019 15:50	120	4,2	33	Non	51	3,2	32	Non
04/08/2019 16:00	31	2,9	33	Non	2	2,5	33	Non
04/08/2019 16:10	-5	3,1	34	Non	-3	3,5	33	Non
04/08/2019 16:20	2	2,9	34	Non	-5	2,5	33	Non
04/08/2019 16:30	-2	1,7	35	Non	-5	1,9	34	Non
04/08/2019 16:40	-2	2,2	35	Non	-2	3,1	34	Non
04/08/2019 16:50	73	4,4	34	Non	88	4,2	33	Non
04/08/2019 17:00	7	3,7	34	Non	12	3,6	33	Non
04/08/2019 17:10	65	3,6	33	Non	47	3,4	32	Non
04/08/2019 17:20	19	2,6	34	Non	5	2,7	33	Non
04/08/2019 17:30	2	2,4	34	Non	-3	2,7	34	Non
04/08/2019 17:40	20	2,7	33	Non	-3	1,4	33	Non
04/08/2019 17:50	7	2,9	33	Non	-3	2,5	33	Non
04/08/2019 18:00	16	3,1	33	Non	2	3,4	33	Non
04/08/2019 18:10	43	3,6	32	Non	64	3,7	32	Non
04/08/2019 18:20	164	4,5	32	Non	370	5,7	31	Non
04/08/2019 18:30	205	4,8	31	Non	413	6,0	31	Non
04/08/2019 18:40	188	4,8	31	Non	334	5,6	31	Non
04/08/2019 18:50	135	4,4	31	Non	266	5,3	30	Non
04/08/2019 19:00	101	4,2	31	Non	185	4,8	30	Non
04/08/2019 19:10	210	5,0	30	Non	206	5,0	30	Non
04/08/2019 19:20	572	6,0	30	Non	466	5,4	30	Non
04/08/2019 19:30	124	3,9	30	Non	81	3,9	30	Non
04/08/2019 19:40	57	3,2	29	Non	60	3,6	29	Non
04/08/2019 19:50	26	4,1	29	Non	68	4,6	29	Non
04/08/2019 20:00	5	2,9	30	Non	-1	2,1	30	Non
04/08/2019 20:10	-2	1,5	30	Non	-1	1,5	30	Non
04/08/2019 20:20	31	5,2	29	Non	95	5,4	28	Non
04/08/2019 20:30	-2	4,9	29	Non	-1	4,7	28	Non
04/08/2019 20:40	-1	5,5	29	Non	0	5,4	29	Non
04/08/2019 20:50	-1	6,0	29	Non	0	6,0	29	Non
04/08/2019 21:00	-1	5,7	29	Oui	-1	5,6	29	Oui
04/08/2019 21:10	-1	6,6	29	Non	0	6,7	28	Non
04/08/2019 21:20	462	6,9	28	Non	373	6,7	28	Non
04/08/2019 21:30	575	6,4	28	Non	511	6,2	28	Non
04/08/2019 21:40	303	5,8	29	Oui	174	5,8	28	Oui



04/08/2019 21:50	-1	5,7	29	Oui	0	5,4	29	Oui
04/08/2019 22:00	-1	5,6	29	Oui	0	5,3	29	Oui
04/08/2019 22:10	-1	5,7	29	Oui	0	5,3	29	Oui
04/08/2019 22:20	-2	5,6	29	Oui	-1	5,3	29	Oui
04/08/2019 22:30	-1	5,9	29	Oui	0	5,3	29	Oui
04/08/2019 22:40	-1	6,9	29	Non	0	6,6	29	Non
04/08/2019 22:50	358	6,2	28	Non	260	6,9	28	Non
04/08/2019 23:00	563	6,7	28	Non	642	6,5	28	Non
04/08/2019 23:10	546	6,2	28	Non	662	6,6	27	Non
04/08/2019 23:20	99	6,7	27	Non	755	6,8	27	Non
04/08/2019 23:30	565	7,4	27	Non	1 299	8,2	27	Non
04/08/2019 23:40	891	7,6	27	Non	922	7,4	26	Non
04/08/2019 23:50	511	6,2	26	Non	520	6,3	26	Non
05/08/2019 00:00	369	5,3	26	Non	441	5,9	25	Non
05/08/2019 00:10	106	3,8	26	Non	123	4,0	25	Non
05/08/2019 00:20	239	5,0	25	Non	216	4,8	25	Non
05/08/2019 00:30	422	5,8	25	Non	412	5,7	25	Non
05/08/2019 00:40	505	6,0	25	Non	453	5,9	25	Non
05/08/2019 00:50	390	5,7	25	Non	333	5,4	25	Non
05/08/2019 01:00	254	4,9	25	Non	259	5,1	25	Non
05/08/2019 01:10	78	3,5	25	Non	124	4,2	25	Non
05/08/2019 01:20	67	3,3	25	Non	105	4,2	25	Non
05/08/2019 01:30	37	3,1	25	Non	78	3,9	25	Non
05/08/2019 01:40	66	3,7	25	Non	69	3,8	25	Non
05/08/2019 01:50	95	4,1	25	Non	96	4,0	25	Non
05/08/2019 02:00	154	4,6	25	Non	169	4,6	25	Non
05/08/2019 02:10	148	4,4	25	Non	154	4,4	25	Non
05/08/2019 02:20	136	4,3	25	Non	154	4,3	25	Non
05/08/2019 02:30	207	4,9	24	Non	197	4,8	24	Non
05/08/2019 02:40	304	5,5	24	Non	274	5,2	24	Non
05/08/2019 02:50	391	5,8	24	Non	390	5,8	24	Non
05/08/2019 03:00	384	5,8	24	Non	411	5,8	23	Non
05/08/2019 03:10	403	5,9	23	Non	375	5,7	23	Non
05/08/2019 03:20	345	5,7	23	Non	348	5,6	23	Non
05/08/2019 03:30	256	5,0	23	Non	418	5,9	22	Non
05/08/2019 03:40	201	4,5	23	Non	381	5,7	22	Non
05/08/2019 03:50	161	4,1	23	Non	254	4,9	22	Non
05/08/2019 04:00	128	4,0	22	Non	183	4,6	22	Non
05/08/2019 04:10	146	4,3	22	Non	172	4,6	22	Non
05/08/2019 04:20	143	4,4	22	Non	126	4,2	22	Non
05/08/2019 04:30	150	4,4	22	Non	129	4,3	22	Non
05/08/2019 04:40	147	4,5	22	Non	116	4,3	22	Non
05/08/2019 04:50	102	4,2	22	Non	69	3,6	22	Non
05/08/2019 05:00	111	4,2	22	Non	88	3,8	22	Non
05/08/2019 05:10	161	4,6	21	Non	137	4,3	21	Non
05/08/2019 05:20	287	5,3	21	Non	224	5,0	21	Non
05/08/2019 05:30	343	5,6	21	Non	230	5,0	21	Non
05/08/2019 05:40	304	5,4	21	Non	219	4,9	21	Non
05/08/2019 05:50	248	5,2	21	Non	200	4,8	21	Non
05/08/2019 06:00	224	5,0	21	Non	199	4,9	21	Non
05/08/2019 06:10	163	4,4	21	Non	208	4,9	21	Non
05/08/2019 06:20	292	5,4	21	Non	293	5,4	21	Non
05/08/2019 06:30	335	5,6	22	Non	355	5,6	21	Non
05/08/2019 06:40	282	5,2	21	Non	245	5,0	21	Non
05/08/2019 06:50	246	4,9	22	Non	221	4,8	21	Non
05/08/2019 07:00	131	4,3	22	Non	109	4,0	21	Non
05/08/2019 07:10	123	4,3	21	Non	115	4,1	21	Non
05/08/2019 07:20	141	4,4	21	Non	120	4,2	21	Non
05/08/2019 07:30	109	4,2	21	Non	79	3,8	21	Non
05/08/2019 07:40	70	3,8	22	Non	25	3,1	22	Non
05/08/2019 07:50	55	3,6	22	Non	47	3,2	22	Non
05/08/2019 08:00	52	3,5	22	Non	44	3,4	22	Non
05/08/2019 08:10	25	3,0	23	Non	2	2,6	23	Non
05/08/2019 08:20	-4	2,5	23	Non	-6	2,4	23	Non
05/08/2019 08:30	-4	2,4	24	Non	0	2,3	24	Non
05/08/2019 08:40	-3	3,0	25	Non	-1	2,0	24	Non
05/08/2019 08:50	7	2,9	24	Non	-1	2,7	24	Non
05/08/2019 09:00	17	2,8	24	Non	3	2,9	24	Non
05/08/2019 09:10	25	3,0	25	Non	5	2,6	24	Non
05/08/2019 09:20	43	3,2	25	Non	47	3,2	24	Non

05/08/2019 09:30	73	3,5	25	Non	127	4,0	24	Non
05/08/2019 09:40	142	4,4	25	Non	126	3,9	24	Non
05/08/2019 09:50	134	4,2	25	Non	102	3,9	24	Non
05/08/2019 10:00	123	4,1	25	Non	53	3,6	25	Non
05/08/2019 10:10	17	3,3	26	Non	18	3,6	25	Non
05/08/2019 10:20	179	4,4	26	Non	135	4,7	25	Non
05/08/2019 10:30	177	4,3	26	Non	187	4,6	26	Non
05/08/2019 10:40	117	4,1	26	Non	147	4,3	26	Non
05/08/2019 10:50	126	4,3	26	Non	219	4,6	25	Non
05/08/2019 11:00	344	5,4	26	Non	272	4,8	25	Non
05/08/2019 11:10	263	5,1	25	Non	257	4,9	25	Non
05/08/2019 11:20	201	4,7	25	Non	331	5,5	25	Non
05/08/2019 11:30	302	5,1	26	Non	511	5,9	25	Non
05/08/2019 11:40	396	5,5	26	Non	376	5,3	26	Non
05/08/2019 11:50	247	5,1	27	Non	436	5,6	26	Non
05/08/2019 12:00	230	4,8	27	Non	378	5,3	26	Non
05/08/2019 12:10	481	5,9	27	Non	373	5,3	27	Non
05/08/2019 12:20	387	5,6	28	Non	292	4,9	28	Non
05/08/2019 12:30	369	5,4	28	Non	344	5,1	27	Non
05/08/2019 12:40	345	5,3	27	Non	488	5,8	27	Non
05/08/2019 12:50	373	5,6	28	Non	238	5,2	28	Non
05/08/2019 13:00	397	5,5	27	Non	440	5,7	26	Non
05/08/2019 13:10	263	5,0	28	Non	475	5,7	27	Non
05/08/2019 13:20	376	5,6	28	Non	285	4,9	28	Non
05/08/2019 13:30	416	5,8	28	Non	488	5,8	28	Non
05/08/2019 13:40	409	5,7	28	Non	561	6,1	28	Non
05/08/2019 13:50	307	5,2	28	Non	425	5,7	28	Non
05/08/2019 14:00	491	5,9	28	Non	419	5,7	28	Non
05/08/2019 14:10	470	5,8	28	Non	497	6,0	28	Non
05/08/2019 14:20	480	6,0	29	Non	635	6,2	28	Non
05/08/2019 14:30	583	6,4	29	Non	593	6,1	28	Non
05/08/2019 14:40	351	5,3	29	Non	423	5,5	28	Non
05/08/2019 14:50	581	6,0	29	Non	338	5,4	29	Non
05/08/2019 15:00	458	5,6	29	Non	216	4,7	29	Non
05/08/2019 15:10	499	5,9	29	Non	376	5,3	29	Non
05/08/2019 15:20	236	4,7	29	Non	397	5,3	29	Non
05/08/2019 15:30	463	5,8	28	Non	349	5,3	28	Non
05/08/2019 15:40	346	5,4	29	Non	207	4,9	29	Non
05/08/2019 15:50	440	5,6	29	Non	324	5,0	29	Non
05/08/2019 16:00	288	4,8	30	Non	356	5,3	29	Non
05/08/2019 16:10	295	5,0	29	Non	302	5,2	29	Non
05/08/2019 16:20	532	6,1	29	Non	477	5,9	29	Non
05/08/2019 16:30	682	6,5	29	Non	650	6,5	29	Non
05/08/2019 16:40	241	4,9	30	Non	359	5,6	29	Non
05/08/2019 16:50	450	5,8	29	Non	402	5,9	29	Non
05/08/2019 17:00	256	5,1	29	Non	222	4,7	29	Non
05/08/2019 17:10	90	4,1	30	Non	103	3,9	29	Non
05/08/2019 17:20	85	4,4	30	Non	137	4,3	30	Non
05/08/2019 17:30	550	6,1	29	Non	595	6,5	29	Non
05/08/2019 17:40	230	4,9	29	Non	337	5,6	28	Non
05/08/2019 17:50	171	4,4	29	Non	266	5,0	28	Non
05/08/2019 18:00	90	3,8	29	Non	65	3,5	29	Non
05/08/2019 18:10	208	4,6	29	Non	55	4,0	29	Non
05/08/2019 18:20	418	5,6	29	Non	342	5,4	29	Non
05/08/2019 18:30	244	5,2	28	Non	170	4,6	28	Non
05/08/2019 18:40	107	4,2	28	Non	80	4,0	29	Non
05/08/2019 18:50	75	3,7	29	Non	125	4,3	29	Non
05/08/2019 19:00	126	4,2	29	Non	82	3,9	28	Non
05/08/2019 19:10	97	3,9	29	Non	139	4,4	28	Non
05/08/2019 19:20	272	5,4	28	Non	158	4,6	28	Non
05/08/2019 19:30	200	5,0	28	Non	164	4,8	28	Non
05/08/2019 19:40	270	5,4	28	Non	197	4,7	28	Non
05/08/2019 19:50	206	4,9	28	Non	218	5,0	27	Non
05/08/2019 20:00	209	5,1	27	Non	159	4,7	27	Non
05/08/2019 20:10	228	5,1	27	Non	211	5,0	27	Non
05/08/2019 20:20	183	5,5	27	Non	153	5,3	27	Non
05/08/2019 20:30	-2	5,8	27	Non	-1	5,6	27	Non
05/08/2019 20:40	-1	6,2	27	Non	0	5,2	27	Non
05/08/2019 20:50	-1	6,2	27	Non	0	4,8	27	Non
05/08/2019 21:00	-1	5,7	27	Oui	0	5,0	26	Oui



05/08/2019 21:10	-1	6,2	27	Non	0	5,9	26	Oui
05/08/2019 21:20	-1	5,5	26	Oui	0	5,2	26	Oui
05/08/2019 21:30	-1	5,2	26	Oui	0	4,7	26	Oui
05/08/2019 21:40	-1	5,0	26	Oui	0	5,1	26	Oui
05/08/2019 21:50	-1	5,3	26	Oui	0	4,7	26	Oui
05/08/2019 22:00	-1	5,3	26	Oui	0	4,6	26	Oui
05/08/2019 22:10	-1	4,8	26	Oui	0	4,4	26	Oui
05/08/2019 22:20	-1	4,7	26	Oui	0	4,5	25	Oui
05/08/2019 22:30	-2	4,2	25	Oui	0	3,7	25	Oui
05/08/2019 22:40	-1	3,4	25	Oui	0	2,6	25	Oui
05/08/2019 22:50	-1	3,7	25	Oui	0	2,5	25	Oui
05/08/2019 23:00	-1	3,9	25	Oui	0	3,1	25	Oui
05/08/2019 23:10	-1	3,4	25	Oui	0	3,9	24	Oui
05/08/2019 23:20	-1	3,8	24	Oui	-1	4,5	24	Oui
05/08/2019 23:30	29	3,3	24	Oui	118	4,6	24	Oui
05/08/2019 23:40	52	3,5	24	Oui	95	4,1	24	Oui
05/08/2019 23:50	20	2,9	24	Oui	108	4,2	24	Oui
06/08/2019 00:00	25	2,8	24	Non	109	4,2	24	Non
06/08/2019 00:10	37	3,3	24	Non	57	3,7	24	Non
06/08/2019 00:20	42	3,5	24	Non	55	3,6	24	Non
06/08/2019 00:30	54	3,7	24	Non	56	3,7	24	Non
06/08/2019 00:40	60	3,7	24	Non	53	3,7	24	Non
06/08/2019 00:50	37	3,5	24	Non	30	3,3	24	Non
06/08/2019 01:00	64	3,8	24	Non	51	3,6	23	Non
06/08/2019 01:10	110	4,3	24	Non	74	3,8	23	Non
06/08/2019 01:20	72	3,9	23	Non	32	3,1	23	Non
06/08/2019 01:30	30	3,2	23	Non	15	2,8	23	Non
06/08/2019 01:40	44	3,4	23	Non	27	3,1	23	Non
06/08/2019 01:50	12	2,9	23	Non	7	2,9	23	Non
06/08/2019 02:00	-4	2,7	23	Non	-6	2,7	23	Non
06/08/2019 02:10	-2	2,6	23	Non	-15	2,4	23	Non
06/08/2019 02:20	3	2,7	23	Non	-9	2,5	23	Non
06/08/2019 02:30	25	3,1	23	Non	10	2,9	23	Non
06/08/2019 02:40	19	3,0	23	Non	7	2,9	23	Non
06/08/2019 02:50	27	3,2	23	Non	12	3,0	23	Non
06/08/2019 03:00	33	3,3	23	Non	17	3,1	23	Non
06/08/2019 03:10	33	3,3	23	Non	26	3,2	23	Non
06/08/2019 03:20	23	3,2	23	Non	23	3,2	23	Non
06/08/2019 03:30	18	3,0	23	Non	26	3,2	23	Non
06/08/2019 03:40	35	3,2	23	Non	42	3,5	23	Non
06/08/2019 03:50	94	3,9	23	Non	85	4,0	22	Non
06/08/2019 04:00	123	4,3	23	Non	115	4,3	22	Non
06/08/2019 04:10	137	4,6	22	Non	160	4,7	22	Non
06/08/2019 04:20	30	3,2	22	Non	115	4,3	22	Non
06/08/2019 04:30	21	2,8	22	Non	86	4,1	22	Non
06/08/2019 04:40	43	3,2	22	Non	81	3,8	22	Non
06/08/2019 04:50	59	3,7	22	Non	114	4,2	22	Non
06/08/2019 05:00	82	3,7	22	Non	140	4,4	22	Non
06/08/2019 05:10	111	4,1	22	Non	142	4,4	21	Non
06/08/2019 05:20	152	4,3	21	Non	199	4,8	21	Non
06/08/2019 05:30	120	4,0	21	Non	156	4,6	21	Non
06/08/2019 05:40	145	4,5	21	Non	156	4,6	21	Non
06/08/2019 05:50	106	4,0	21	Non	132	4,4	21	Non
06/08/2019 06:00	160	4,6	21	Non	164	4,6	21	Non
06/08/2019 06:10	203	4,8	21	Non	166	4,5	21	Non
06/08/2019 06:20	168	4,6	21	Non	157	4,6	21	Non
06/08/2019 06:30	96	4,0	21	Non	84	3,9	21	Non
06/08/2019 06:40	130	4,2	21	Non	85	3,8	21	Non
06/08/2019 06:50	54	3,2	21	Non	59	3,6	21	Non
06/08/2019 07:00	41	3,0	22	Non	40	3,5	21	Non
06/08/2019 07:10	56	3,2	22	Non	79	3,9	21	Non
06/08/2019 07:20	92	3,7	21	Non	120	4,3	20	Non
06/08/2019 07:30	84	3,6	21	Non	75	3,6	21	Non
06/08/2019 07:40	45	3,2	21	Non	38	3,2	21	Non
06/08/2019 07:50	41	3,1	21	Non	20	2,9	21	Non
06/08/2019 08:00	11	2,8	22	Non	-3	2,8	22	Non
06/08/2019 08:10	14	2,8	22	Non	7	2,7	22	Non
06/08/2019 08:20	9	2,7	22	Non	9	2,7	22	Non
06/08/2019 08:30	26	3,1	23	Non	13	2,8	22	Non
06/08/2019 08:40	28	3,2	23	Non	1	2,8	22	Non

06/08/2019 08:50	-5	2,7	23	Non	-3	2,4	23	Non
06/08/2019 09:00	-5	2,5	24	Non	-3	2,6	23	Non
06/08/2019 09:10	-1	1,9	25	Non	-3	2,4	24	Non
06/08/2019 09:20	-1	2,4	25	Non	-3	2,3	24	Non
06/08/2019 09:30	-1	2,2	26	Non	-1	1,4	24	Non
06/08/2019 09:40	-4	2,7	25	Non	-2	2,2	25	Non
06/08/2019 09:50	-4	2,5	27	Non	0	2,3	26	Non
06/08/2019 10:00	-3	2,5	27	Non	-2	2,7	26	Non
06/08/2019 10:10	-4	2,5	27	Non	23	3,0	26	Non
06/08/2019 10:20	23	3,5	27	Non	78	3,5	26	Non
06/08/2019 10:30	84	3,8	27	Non	102	3,8	26	Non
06/08/2019 10:40	12	2,8	26	Non	20	2,9	26	Non
06/08/2019 10:50	-3	2,6	27	Non	-6	2,9	26	Non
06/08/2019 11:00	-4	2,7	27	Non	7	2,9	26	Non
06/08/2019 11:10	104	4,1	27	Non	79	3,5	26	Non
06/08/2019 11:20	92	3,9	27	Non	108	4,1	26	Non
06/08/2019 11:30	83	3,6	27	Non	83	3,9	27	Non
06/08/2019 11:40	76	3,7	27	Non	98	3,9	26	Non
06/08/2019 11:50	49	3,8	27	Non	99	4,1	26	Non
06/08/2019 12:00	86	3,9	27	Non	79	3,9	26	Non
06/08/2019 12:10	46	3,5	27	Non	65	3,6	26	Non
06/08/2019 12:20	62	3,7	27	Non	14	3,0	27	Non
06/08/2019 12:30	29	3,4	27	Non	13	3,3	27	Non
06/08/2019 12:40	-2	3,1	27	Non	6	3,6	27	Non
06/08/2019 12:50	49	3,1	28	Non	29	3,0	27	Non
06/08/2019 13:00	104	4,1	28	Non	82	3,9	27	Non
06/08/2019 13:10	143	4,5	27	Non	128	4,0	27	Non
06/08/2019 13:20	159	4,4	27	Non	144	4,4	27	Non
06/08/2019 13:30	258	5,0	27	Non	199	4,6	27	Non
06/08/2019 13:40	147	4,2	28	Non	100	3,8	28	Non
06/08/2019 13:50	103	4,1	29	Non	39	4,4	28	Non
06/08/2019 14:00	166	4,2	29	Non	50	4,4	28	Non
06/08/2019 14:10	30	3,7	29	Non	96	4,0	29	Non
06/08/2019 14:20	148	4,5	29	Non	159	4,0	29	Non
06/08/2019 14:30	33	3,1	30	Non	26	3,3	29	Non
06/08/2019 14:40	171	4,5	29	Non	226	5,0	28	Non
06/08/2019 14:50	224	4,6	29	Non	299	4,9	28	Non
06/08/2019 15:00	643	6,4	29	Non	519	6,1	28	Non
06/08/2019 15:10	500	6,2	29	Non	361	5,7	29	Non
06/08/2019 15:20	473	5,8	29	Non	472	5,8	29	Non
06/08/2019 15:30	358	5,7	29	Non	307	5,4	28	Non
06/08/2019 15:40	318	5,2	29	Non	199	5,0	29	Non
06/08/2019 15:50	257	5,0	29	Non	339	5,1	29	Non
06/08/2019 16:00	591	6,1	29	Non	814	6,7	29	Non
06/08/2019 16:10	480	5,8	29	Non	315	5,0	29	Non
06/08/2019 16:20	477	5,6	30	Non	359	5,1	30	Non
06/08/2019 16:30	808	7,0	29	Non	885	7,1	29	Non
06/08/2019 16:40	586	6,7	29	Non	866	7,1	28	Non
06/08/2019 16:50	475	6,2	29	Non	502	6,0	28	Non
06/08/2019 17:00	597	6,3	29	Non	401	5,7	28	Non
06/08/2019 17:10	1 079	7,8	28	Non	829	7,0	28	Non
06/08/2019 17:20	1 329	8,4	28	Non	1 033	7,7	28	Non
06/08/2019 17:30	1 358	8,4	28	Non	1 091	7,8	28	Non
06/08/2019 17:40	1 284	8,3	28	Non	1 060	7,7	27	Non
06/08/2019 17:50	787	7,0	28	Non	575	6,3	28	Non
06/08/2019 18:00	836	7,2	28	Non	788	7,0	27	Non
06/08/2019 18:10	605	6,5	27	Non	408	6,1	27	Non
06/08/2019 18:20	733	6,9	27	Non	542	6,3	27	Non
06/08/2019 18:30	1 153	8,1	25	Non	408	5,6	26	Non
06/08/2019 18:40	885	7,5	25	Non	337	4,9	25	Non
06/08/2019 18:50	604	6,8	25	Non	267	5,0	25	Non
06/08/2019 19:00	462	5,9	25	Non	216	4,6	25	Non
06/08/2019 19:10	323	5,7	25	Non	211	4,6	25	Non
06/08/2019 19:20	380	5,7	24	Non	309	5,4	24	Non
06/08/2019 19:30	301	5,5	24	Non	149	4,4	24	Non
06/08/2019 19:40	277	5,4	24	Non	82	3,7	24	Non
06/08/2019 19:50	213	4,9	24	Non	104	4,0	23	Non
06/08/2019 20:00	157	4,6	23	Non	69	3,5	23	Non
06/08/2019 20:10	194	5,0	23	Non	100	3,9	23	Non
06/08/2019 20:20	64	4,3	23	Non	88	4,6	23	Non

06/08/2019 20:30	-2	5,7	23	Non	0	4,6	23	Non
06/08/2019 20:40	-2	5,6	22	Non	0	3,7	22	Non
06/08/2019 20:50	-2	5,2	22	Non	-1	3,5	22	Non
06/08/2019 21:00	-1	4,3	22	Oui	0	3,2	22	Oui
06/08/2019 21:10	-1	4,3	22	Oui	0	4,3	22	Oui
06/08/2019 21:20	-1	4,2	22	Oui	0	3,4	22	Oui
06/08/2019 21:30	-1	4,0	22	Oui	0	3,1	22	Oui
06/08/2019 21:40	-1	3,0	22	Oui	0	3,4	22	Oui
06/08/2019 21:50	-1	2,5	22	Oui	0	2,3	22	Oui
06/08/2019 22:00	-1	2,7	22	Oui	0	2,4	22	Oui
06/08/2019 22:10	-1	2,7	22	Oui	0	2,4	22	Oui
06/08/2019 22:20	-1	1,6	22	Oui	0	2,5	22	Oui
06/08/2019 22:30	-1	2,6	22	Oui	-1	1,8	22	Oui
06/08/2019 22:40	-1	1,5	22	Oui	0	1,5	22	Oui
06/08/2019 22:50	-1	2,3	22	Oui	0	2,0	22	Oui
06/08/2019 23:00	-1	1,2	22	Oui	0	1,1	21	Oui
06/08/2019 23:10	-2	2,0	22	Oui	0	0,7	21	Oui
06/08/2019 23:20	-1	2,4	22	Oui	-1	2,1	21	Oui
06/08/2019 23:30	-1	0,9	22	Oui	0	1,9	21	Oui
06/08/2019 23:40	-1	2,8	22	Oui	0	2,5	21	Oui
06/08/2019 23:50	9	3,1	21	Oui	14	3,2	21	Oui
07/08/2019 00:00	12	2,9	21	Non	26	3,1	21	Non
07/08/2019 00:10	6	2,8	21	Non	21	3,1	21	Non
07/08/2019 00:20	38	3,3	21	Non	57	3,6	21	Non
07/08/2019 00:30	26	3,3	21	Non	32	3,3	21	Non
07/08/2019 00:40	65	3,8	21	Non	78	3,8	21	Non
07/08/2019 00:50	9	2,8	21	Non	35	3,2	21	Non
07/08/2019 01:00	15	2,8	21	Non	53	3,5	21	Non
07/08/2019 01:10	14	2,8	21	Non	27	3,1	21	Non
07/08/2019 01:20	0	2,7	21	Non	-9	2,5	21	Non
07/08/2019 01:30	-3	2,2	21	Non	-4	2,4	21	Non
07/08/2019 01:40	-3	2,6	21	Non	-3	2,8	20	Non
07/08/2019 01:50	1	3,1	21	Non	10	3,2	20	Non
07/08/2019 02:00	-5	2,6	21	Non	-4	2,6	21	Non
07/08/2019 02:10	43	3,4	20	Non	8	3,5	20	Non
07/08/2019 02:20	21	3,2	20	Non	42	3,4	20	Non
07/08/2019 02:30	6	2,7	20	Non	7	2,7	20	Non
07/08/2019 02:40	-2	2,9	20	Non	-1	2,6	20	Non
07/08/2019 02:50	84	4,0	20	Non	85	4,1	20	Non
07/08/2019 03:00	163	4,6	19	Non	140	4,5	19	Non
07/08/2019 03:10	11	2,4	20	Non	4	2,4	19	Non
07/08/2019 03:20	-3	0,8	20	Non	0	1,0	20	Non
07/08/2019 03:30	-1	2,0	20	Non	0	2,4	19	Non
07/08/2019 03:40	-1	2,6	20	Non	-1	2,4	19	Non
07/08/2019 03:50	-1	2,3	20	Non	0	1,3	19	Non
07/08/2019 04:00	0	1,2	20	Non	0	0,8	19	Non
07/08/2019 04:10	0	0,0	20	Non	0	0,0	20	Non
07/08/2019 04:20	-1	0,0	20	Non	0	0,0	20	Non
07/08/2019 04:30	-1	1,0	20	Non	-1	0,0	20	Non
07/08/2019 04:40	-2	0,6	20	Non	-4	1,1	19	Non
07/08/2019 04:50	-1	0,0	20	Non	-1	0,0	19	Non
07/08/2019 05:00	0	0,0	20	Non	0	0,0	19	Non
07/08/2019 05:10	0	0,6	19	Non	0	0,0	19	Non
07/08/2019 05:20	-1	0,8	19	Non	-2	0,0	19	Non
07/08/2019 05:30	-2	2,1	19	Non	0	2,3	19	Non
07/08/2019 05:40	0	2,4	19	Non	-1	2,6	19	Non
07/08/2019 05:50	-1	2,7	19	Non	-1	2,9	19	Non
07/08/2019 06:00	-1	2,7	19	Non	-1	2,5	19	Non
07/08/2019 06:10	7	3,2	19	Non	13	3,2	19	Non
07/08/2019 06:20	85	4,1	19	Non	101	4,2	19	Non
07/08/2019 06:30	107	4,2	19	Non	166	4,6	18	Non
07/08/2019 06:40	-4	2,8	18	Non	-3	2,6	18	Non
07/08/2019 06:50	-1	2,1	18	Non	0	0,4	18	Non
07/08/2019 07:00	-1	3,2	18	Non	0	2,8	18	Non
07/08/2019 07:10	10	3,1	18	Non	5	2,9	18	Non
07/08/2019 07:20	-2	1,4	18	Non	-2	2,4	18	Non
07/08/2019 07:30	-1	0,0	18	Non	0	0,4	18	Non
07/08/2019 07:40	0	0,0	18	Non	0	0,0	18	Non
07/08/2019 07:50	0	0,0	18	Non	0	0,0	18	Non
07/08/2019 08:00	-1	0,0	18	Non	0	0,0	18	Non

07/08/2019 08:10	0	0,0	18	Non	0	0,2	18	Non
07/08/2019 08:20	0	0,0	18	Non	0	0,0	18	Non
07/08/2019 08:30	-1	1,4	18	Non	0	0,3	18	Non
07/08/2019 08:40	0	2,2	18	Non	0	2,1	18	Non
07/08/2019 08:50	-1	2,6	18	Non	0	1,7	18	Non
07/08/2019 09:00	-1	3,0	18	Non	0	2,9	18	Non
07/08/2019 09:10	-1	2,2	18	Non	0	2,7	18	Non
07/08/2019 09:20	-2	2,9	18	Non	-2	2,7	18	Non
07/08/2019 09:30	-3	2,1	18	Non	-2	2,4	18	Non
07/08/2019 09:40	-2	2,6	18	Non	0	2,7	18	Non
07/08/2019 09:50	-2	2,0	18	Non	-2	2,1	19	Non
07/08/2019 10:00	0	1,4	19	Non	0	1,4	19	Non
07/08/2019 10:10	-1	2,3	18	Non	0	2,5	19	Non
07/08/2019 10:20	-1	2,3	18	Non	-1	2,6	19	Non
07/08/2019 10:30	-1	2,9	18	Non	-2	2,7	19	Non
07/08/2019 10:40	-1	2,8	19	Non	9	2,8	19	Non
07/08/2019 10:50	-3	2,6	19	Non	0	2,9	20	Non
07/08/2019 11:00	-5	2,7	19	Non	-3	2,9	20	Non
07/08/2019 11:10	24	3,4	19	Non	1	2,9	20	Non
07/08/2019 11:20	5	2,7	20	Non	34	3,2	20	Non
07/08/2019 11:30	97	3,9	20	Non	57	3,4	20	Non
07/08/2019 11:40	74	3,7	20	Non	80	3,9	20	Non
07/08/2019 11:50	85	3,8	20	Non	72	3,6	20	Non
07/08/2019 12:00	61	3,8	21	Non	60	3,6	21	Non
07/08/2019 12:10	106	4,2	21	Non	126	4,2	22	Non
07/08/2019 12:20	98	4,0	22	Non	194	4,7	21	Non
07/08/2019 12:30	46	3,3	22	Non	123	4,2	22	Non
07/08/2019 12:40	187	4,7	21	Non	206	4,8	21	Non
07/08/2019 12:50	395	5,7	20	Non	433	5,9	20	Non
07/08/2019 13:00	294	5,3	19	Non	360	5,7	19	Non
07/08/2019 13:10	308	5,2	20	Non	265	5,3	20	Non
07/08/2019 13:20	87	4,0	20	Non	84	3,7	20	Non
07/08/2019 13:30	3	2,8	22	Non	26	3,0	21	Non
07/08/2019 13:40	-1	2,5	23	Non	10	2,5	22	Non
07/08/2019 13:50	-3	2,8	22	Non	3	2,4	22	Non
07/08/2019 14:00	16	2,7	23	Non	-4	2,6	23	Non
07/08/2019 14:10	-2	1,7	24	Non	23	3,0	23	Non
07/08/2019 14:20	12	3,0	24	Non	58	3,4	23	Non
07/08/2019 14:30	73	3,6	24	Non	34	3,2	24	Non
07/08/2019 14:40	79	3,7	23	Non	85	3,8	23	Non
07/08/2019 14:50	4	2,9	24	Non	1	2,4	24	Non
07/08/2019 15:00	43	3,6	24	Non	-1	2,2	24	Non
07/08/2019 15:10	7	2,8	24	Non	-1	2,7	24	Non
07/08/2019 15:20	18	3,1	23	Non	41	3,6	23	Non
07/08/2019 15:30	146	4,1	24	Non	100	4,0	23	Non
07/08/2019 15:40	17	3,4	24	Non	17	3,0	24	Non
07/08/2019 15:50	36	3,3	24	Non	-2	3,2	23	Non
07/08/2019 16:00	72	3,4	23	Non	-4	3,3	23	Non
07/08/2019 16:10	156	4,5	24	Non	103	4,1	23	Non
07/08/2019 16:20	217	4,8	24	Non	173	4,4	23	Non
07/08/2019 16:30	218	4,7	24	Non	187	4,7	24	Non
07/08/2019 16:40	156	4,5	24	Non	152	4,5	24	Non
07/08/2019 16:50	73	3,5	25	Non	231	4,9	24	Non
07/08/2019 17:00	162	4,4	25	Non	259	4,9	24	Non
07/08/2019 17:10	220	4,6	24	Non	178	4,7	24	Non
07/08/2019 17:20	260	5,2	25	Non	354	5,6	24	Non
07/08/2019 17:30	293	5,1	25	Non	329	5,5	24	Non
07/08/2019 17:40	357	5,5	25	Non	408	5,6	24	Non
07/08/2019 17:50	375	5,7	24	Non	234	4,8	24	Non
07/08/2019 18:00	330	5,5	24	Non	320	5,3	24	Non
07/08/2019 18:10	297	4,9	24	Non	360	5,5	24	Non
07/08/2019 18:20	329	5,3	24	Non	381	5,6	24	Non
07/08/2019 18:30	240	5,1	24	Non	337	5,4	24	Non
07/08/2019 18:40	116	4,2	24	Non	181	4,7	24	Non
07/08/2019 18:50	63	3,5	24	Non	68	3,7	23	Non
07/08/2019 19:00	55	3,6	23	Non	144	4,5	23	Non
07/08/2019 19:10	50	3,3	24	Non	100	4,1	23	Non
07/08/2019 19:20	58	3,3	24	Non	141	4,4	23	Non
07/08/2019 19:30	275	5,3	23	Non	246	5,1	23	Non
07/08/2019 19:40	146	4,2	23	Non	224	5,0	23	Non

07/08/2019 19:50	227	4,9	23	Non	195	4,8	23	Non
07/08/2019 20:00	321	5,5	23	Non	305	5,4	23	Non
07/08/2019 20:10	366	5,7	23	Non	346	5,6	22	Non
07/08/2019 20:20	149	6,5	23	Non	139	6,2	22	Non
07/08/2019 20:30	314	6,8	22	Non	64	7,1	22	Non
07/08/2019 20:40	640	6,7	22	Non	580	6,5	22	Non
07/08/2019 20:50	722	7,0	23	Non	679	6,8	22	Non
07/08/2019 21:00	655	6,7	23	Non	572	6,5	22	Non
07/08/2019 21:10	533	6,3	22	Non	515	6,2	22	Non
07/08/2019 21:20	618	6,6	22	Non	545	6,4	22	Non
07/08/2019 21:30	608	6,6	22	Non	549	6,2	22	Non
07/08/2019 21:40	498	6,3	22	Non	342	5,8	22	Oui
07/08/2019 21:50	213	5,8	22	Oui	-2	5,9	22	Oui
07/08/2019 22:00	-2	5,9	22	Oui	-1	5,6	22	Oui

07/08/2019 22:10	-1	5,4	22	Oui	-1	5,5	21	Oui
07/08/2019 22:20	-1	6,0	22	Oui	-2	5,8	21	Oui
07/08/2019 22:30	-1	5,9	22	Oui	-1	5,8	22	Oui
07/08/2019 22:40	-1	5,7	22	Oui	-1	5,8	22	Oui
07/08/2019 22:50	-1	6,1	22	Non	-2	6,0	22	Oui
07/08/2019 23:00	-1	6,1	22	Non	0	6,1	21	Non
07/08/2019 23:10	-1	6,1	22	Non	0	6,2	21	Non
07/08/2019 23:20	48	6,0	21	Oui	48	5,9	21	Oui
07/08/2019 23:30	292	5,3	21	Oui	277	5,1	21	Oui
07/08/2019 23:40	302	5,3	21	Oui	285	5,2	21	Oui
07/08/2019 23:50	364	5,5	21	Oui	362	5,5	21	Oui

VII.4. Documentation de paramétrage du bridage Senvion

<p>Document-No. (Version):</p> <p>DYE-SCADA-03-03-B-0</p> <p>Author:</p> <p>SENVION SE Überseering 10 / Oval Office D-22297 Hamburg Tel.: +49-40 555 5090 - 0 Fax: +49-4055 55090 - 39 99</p> <p>Prepared by: Guillaume Dufresne</p> <p>Checked by: Aurélien Tasse</p> <p>Released by: Ghislain Behaghel</p> <p>Date:</p> <p style="padding-left: 20px;">22/09/2017</p> <p>Pages:</p> <p style="padding-left: 20px;">5</p> <p>Issue:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Original <input type="checkbox"/> Reg. Copy No. : ____ <input type="checkbox"/> Copy (not registered)</p> <p>Status:</p> <p><input type="checkbox"/> Draft <input type="checkbox"/> Draft for external check <input checked="" type="checkbox"/> Released Version</p> <p>Classification:</p> <p><input type="checkbox"/> strictly confidential <input type="checkbox"/> internal <input checked="" type="checkbox"/> Customer confidential <input type="checkbox"/> public</p> <p>QM document control:</p> <p><input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> limited until: _____</p>	 <h2 style="margin: 0;">Dyé Wind Farm (7 x MM100)</h2> <h3 style="margin: 0;">“Parameters Clarification”</h3> <h3 style="margin: 0;">Bat Protection</h3>
<p style="font-size: small;">Protection mark ISO 16016: The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without explicit authorization is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grant of a patent, utility model or design.</p>	

Bat Protection
“Parameters Clarification”



Change index:

Version	Date of Issue	Changes
B-0	22/09/2017	First Issue

Other applicable Documents:

Title	Document no.	Version	Date of Issue

Index

1	Introduction	3
2	Configuration of Bat Protection in the turbine controller.....	3
3	Confirmation.....	6

Bat Protection "Parameters Clarification"



1 Introduction

The aim of this document is to clarify and document the product "Bat Protection" and parameters in detail.

This document is a basis for communication and clarification with the customer. After clarification is finished and functions and parameters have been confirmed by both the customer and REpower, this document will be converted to a "C – For Construction" Status.

WEC = Wind Energy Converter

2 Configuration of Bat Protection in the turbine controller

Wind Farm WEC n°	E5	
Senvion WEC n°	100299	
Bat activity season	Start date	End date
	01/06	30/09
Day time period of the bat activity ^{a)}	Time before sunset	Time after sunset
	NA	180 minutes
	Time before sunrise	Time after sunrise
	NA	NA
Minimum temperature of the bat activity ^{b)}	13°C	
Wind speed ^{c)}	6 m/s	

Note:

^{a)}As soon as a requirement is no longer met, the WEC will automatically be restarted.

^{b)}Up to this value of outside temperature the bat protection will be no active

Bat Protection "Parameters Clarification"



^{c)}Bats are active at slow wind speeds ; up to this value of wind speed a shutdown of the WEC is to be realized

Bat Protection
"Parameters Clarification"



Wind Farm WEC n°	E7	
Senvion WEC n°	100297	
Bat activity season	Start date	End date
	01/06	30/09
Day time period of the bat activity ^{a)}	Time before sunset	Time after sunset
	NA	180 minutes
	Time before sunrise	Time after sunrise
	NA	NA
Minimum temperature of the bat activity ^{b)}	13°C	
Wind speed ^{c)}	6 m/s	

Note:

^{a)} As soon as a requirement is no longer met, the WEC will automatically be restarted.

^{b)} Up to this value of outside temperature the bat protection will be no active

^{c)} Bats are active at slow wind speeds ; up to this value of wind speed a shutdown of the WEC is to be realized

Bat Protection
"Parameters Clarification"



3 Confirmation

Herewith, we confirm that the above listed settings have to be implemented by REpower.

In case these settings, implemented in the WEC controller, do not allow to fully comply with the requirements of the regulation authorities, REpower shall not be liable for excessive or insufficient sector, time or wind speed range.

Cergy _____

06/10/2017

Antoine DONNENWIRTH

Place

Date

Employer's Represent
+ Signature

Paris
Place

Date

REpower

VII.6. Tableau 33 : Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2020).

Espèce	Europa																			Total		
	A	BE	CH	CR	CZ	D	DK	E	EST	F	FR	GR	IT	LV	NL	N	PT	PL	RO		S	UK
<i>Nyctalus noctula</i>	46	1			31	1230		1			104	10					2	17	76	14	11	1543
<i>N. lasiopterus</i>								21			10	1					9					41
<i>N. leislerii</i>			1	4	3	188		15			153	58	2				273	5	10			712
<i>Nyctalus spec.</i>						2		2			1						17					22
<i>Eptesicus serotinus</i>	1				11	66					33	1			2			3	1			120
<i>E. isabellinus</i>								117									3					120
<i>E. serotinus / isabellinus</i>								98									17					115
<i>E. nilssonii</i>	1				1	6			2	6				13		1		1	1	13		45
<i>Vespertilio murinus</i>	2	1		17	6	149					11	1	1					9	15	2		214
<i>Myotis myotis</i>						2		2			3											7
<i>M. blythii</i>								6			1											7
<i>M. dasycneme</i>						3																3
<i>M. daubentonii</i>						7					1						2					10
<i>M. bechsteini</i>											1											1
<i>M. nattereri</i>						1															1	2
<i>M. emarginatus</i>								1			3						1					5
<i>M. brandtii</i>						2																2
<i>M. mystacinus</i>						3					1	1										5
<i>Myotis spec.</i>						2		3			1								4			10
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	28	6	5	16	726		211			995	0	1		15		323	5	6	1	46	2386
<i>P. nathusii</i>	13	6	6	17	7	1088	2				272	35	1	23	8			16	90	5	1	1590
<i>P. pygmaeus</i>	4			1	2	146					176	0		1				42	1	5	18	448
<i>P. pipistrellus / pygmaeus</i>	1		2			3		271			40	54						38	1	2		412
<i>P. kuhlii</i>				144				44			219	1						51		10		469
<i>Pipistrellus spec.</i>	8	2		102	9	91		25			303	1		2				128	2	48	12	733
<i>Hypsugo savii</i>	1			137		1		50			57	28	12					56		2		344
<i>Barbastella barbastellus</i>						1		1			4											6
<i>Plecotus austriacus</i>	1					8																9
<i>P. auritus</i>						7																8
<i>Tadarida teniotis</i>				7				23			2							39				71
<i>Miniopterus schreibersi</i>								2			7							4				13
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>								1														1
<i>R. mehelyi</i>								1														1
<i>Rhinolophus spec.</i>								1														1
<i>Chiroptera spec.</i>	1	11		60	1	76		320	1		439	8	1				120	3	15	30	9	1095
Total	81	49	15	494	87	3808	2	1218	3	6	2837	199	17	40	25	1	1125	63	285	83	133	10571

A = Autriche ; BE = Belgique ; CH = Suisse ; CR = Croatie ; CZ = République tchèque ; D = Allemagne ; DK = Danemark ; E = Espagne ; EST = Estonie ; F = Finlande ; FR = France ; GR = Grèce ; IT = Italie ; LV = Lettonie ; NL = Pays-Bas ; N = Norvège ; PT = Portugal, PL = Pologne ; RO = Roumanie ; S = Suède ; UK = Royaume-Uni.

VII.7. Présentation du module ProBat, mesure de réduction d'impact pour la préservation des chiroptères en temps réel



Régulation Eolienne

ProBat

Système de réduction de mortalité des chauves-souris sur les parcs éoliens

Une régulation des machines par mesure en temps réel et analyse prédictive de l'activité des chiroptères

Eoliennes et chauves-souris

Depuis le début des années 2000, le domaine de l'éolien connaît un essor remarquable, avec 128 000MW installés en Europe en 2015. Cependant, de nombreux développeurs et exploitants sont confrontés aux problématiques liées à la préservation des chiroptères.

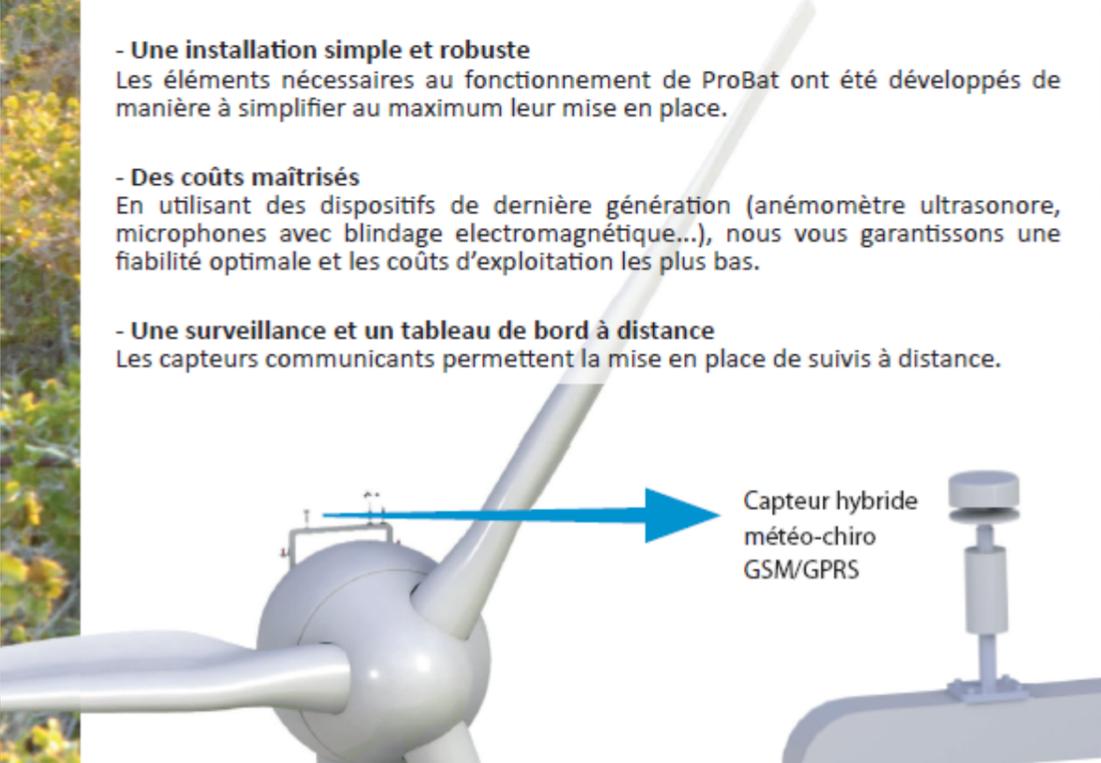
Pour poursuivre le développement de ces énergies renouvelables, respectueuses de la biodiversité, plusieurs dispositifs de régulation du fonctionnement des éoliennes sont aujourd'hui disponibles.

ProBat vous offre le retour d'expériences d'une des équipes les plus reconnues en Europe sur cette problématique. En combinant un système prédictif et une détection de l'activité en temps réel, cet outil permet d'envisager des performances optimales. Pour la première fois, un système de régulation permet la prise en compte des espèces migratrices grâce à un réseau de veille à grande échelle.

ProBat est un système de régulation des parcs éoliens pour préserver les chauves-souris. Il est basé sur la combinaison d'un système de prédiction d'activité, combiné à un suivi d'activité en temps réel sur le site d'étude et à large échelle.

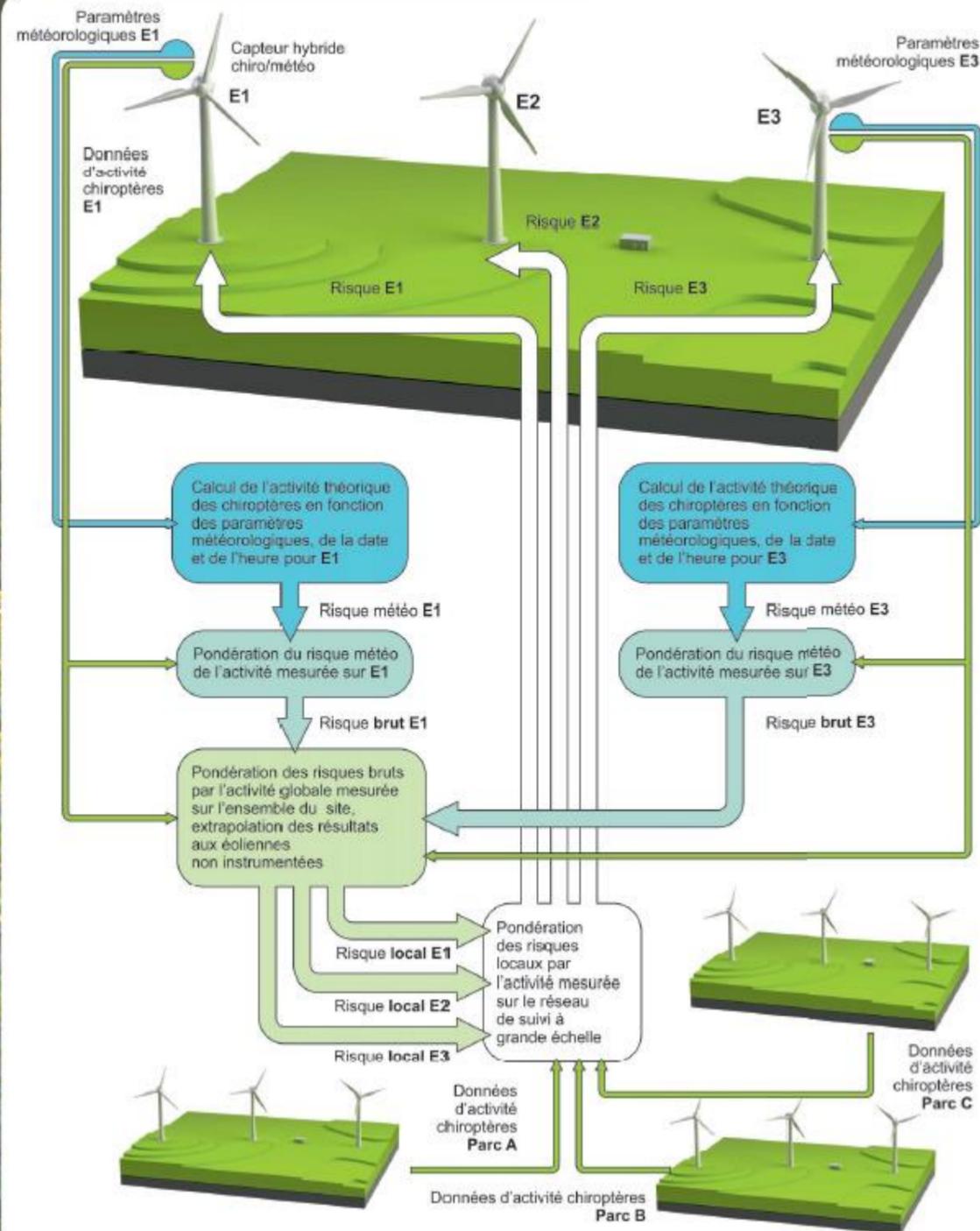
Les avantages de ProBat

- Une efficacité modélisable avant installation
A partir des données de vent et de l'activité des chauves-souris enregistrées sur le site, il est possible de déterminer l'efficacité du système sur la préservation des chiroptères ainsi que le niveau de pertes de production.
- Un rendement optimisé, tant pour la préservation des chiroptères que pour la limitation des pertes de production
90% de baisse de mortalité pour moins de 1% de pertes de production sont les réglages standards de ce dispositif. Ils peuvent être ajustés en fonction des enjeux du projet.
- Un fonctionnement transparent
Tous les détails du fonctionnement du système sont accessibles pour sécuriser les décisions des financeurs et des décideurs.
- Une installation simple et robuste
Les éléments nécessaires au fonctionnement de ProBat ont été développés de manière à simplifier au maximum leur mise en place.
- Des coûts maîtrisés
En utilisant des dispositifs de dernière génération (anémomètre ultrasonore, microphones avec blindage électromagnétique...), nous vous garantissons une fiabilité optimale et les coûts d'exploitation les plus bas.
- Une surveillance et un tableau de bord à distance
Les capteurs communicants permettent la mise en place de suivis à distance.



Capteur hybride météo-chiro GSM/GPRS

Le principe du dispositif



La Pipistrelle de Nathusius

En 2015, la Pipistrelle de Nathusius est la première chauve-souris élue «Espèce de l'année» par Batlife Europe. Plus de 30 pays Européens se concentrent sur la conservation de cette espèce remarquable.

La distribution de la Pipistrelle de Nathusius couvre de vastes parties de l'Europe et toute la zone de l'accord EUROBATS. Les zones de reproduction de cette espèce sont situées principalement dans les régions du nord-est. Elle hiberne surtout dans les régions du sud-ouest ou du sud de l'Europe.

Les Pipistrelles de Nathusius effectuent des grands trajets migratoires : l'analyse de déplacements d'individus montrent qu'elles peuvent parcourir jusqu'à 2000 kilomètres. Ces déplacements en altitude rendent cette espèce particulièrement vulnérable à la mortalité induite par les parcs éoliens terrestres ou offshore. En Europe, elle est la troisième espèce la plus impactée, après la Pipistrelle commune et la Pipistrelle pygmée.

ProBat

Prendre en compte les espèces migratrices

La prise en compte des espèces migratrices, comme la Pipistrelle de Nathusius est particulièrement difficile lors de la régulation des parcs éoliens. En effet, les systèmes de régulation sont habituellement basés sur des dispositifs prédictifs (modélisant l'activité des chiroptères en fonction de paramètres climatiques) ou réactifs (asservissant les machines lors de la détection d'animaux).

Les migrations peuvent avoir lieu pendant des conditions météorologiques très variables, rendant les systèmes prédictifs inefficaces.

Elles peuvent également avoir lieu de manière très fugace : quelques individus traversent un parc éolien durant un laps de temps très court. Ces déplacements sont trop diffus pour être pris en compte efficacement par un système réactif.

ProBat combine les avantages des systèmes réactifs et prédictifs, en augmentant la zone d'étude par un réseau de capteurs européen. Il propose ainsi un système complet, prenant en compte les animaux résidents et les espèces migratrices.

Sens Of Life SAS
www.sensoflife.com
contact@sensoflife.com



VII.8. Configuration possible de régulation ProBat n°1



Configuration possible de la régulation ProBat sur le parc éolien de Dyé - Option avec deux enregistreurs TrackBats -



Sens Of Life 2021. Fond de carte : Google satellite.

VII.9. Configuration possible de régulation ProBat n°2



Configuration possible de la régulation ProBat sur le parc éolien de Dyé - Option avec trois enregistreurs TrackBats -



Sens Of Life 2021. Fond de carte : Google satellite.