

Suivi postimplantation

Parc éolien de Bois d'Olivet (Cher)



Suivi d'activité chiroptérologique et suivi de mortalité

Janvier 2022



I. INTRODUCTION

La construction et l'exploitation des parcs éoliens peuvent avoir une incidence sur les oiseaux et les chiroptères par l'altération des habitats, le dérangement et la mortalité par collision avec les pales en mouvement ou par barotraumatisme. De ce fait, l'exploitant d'un parc doit s'assurer que la construction et l'exploitation de son parc ne dégradent pas l'état de conservation de ces espèces (MTES, 2018).

La société VALOREM a confié au cabinet d'études CALIDRIS la réalisation d'un suivi de mortalité et du suivi d'activité des chiroptères sur le parc éolien de Bois d'Olivet, situé sur la commune de Dampierre-en-Graçay et Massay (département de Cher, région Centre-Val de Loire).

Le présent document a pour objectif de présenter les résultats de la première année de ce suivi postimplantation (suivi de mortalité et suivi d'activité des chiroptères) sur le parc éolien de Bois d'Olivet.

Les prospections ont été réalisées de mai à octobre 2021.

Table des matières

I. INTRODUCTION	2
II. CONTEXTE	5
III. LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PARC EOLIEN	6
IV. MATERIEL ET METHODES	8
IV.1. Equipe de travail	8
IV.2. Suivi de mortalité.....	8
IV.2.1. Date de suivi	8
IV.2.2. Protocole.....	9
IV.2.3. Recueil des données.....	10
IV.2.4. Test de persistance	10
IV.2.5. Taux de détectabilité.....	11
IV.2.6. Correcteur surfacique	11
IV.2.7. Taux de mortalité	12
IV.3. Suivi d'activité chiroptérologique	13
IV.3.1. Dates de suivi	13
IV.3.2. Matériel.....	13
V. ANALYSE DES RESULTATS	28
V.1. Suivi de mortalité	28
V.1.1. Test de détection.....	28
V.1.2. Test de persistance	28
V.1.3. Correcteur surfacique	29
V.1.4. Mortalité brute	30
V.1.5. Estimation de la mortalité	31
V.2. Biais pris en compte dans l'étude.....	32
V.2.1. Taux de persistance	32
V.2.2. La détection de l'observateur.....	33
V.2.3. Le correcteur surfacique	33
V.3. Sensibilité des espèces contactées lors du suivi de mortalité	33
V.4. Mise en perspective des résultats.....	34
V.4.1. Oiseaux.....	34
V.4.2. Chauves-souris.....	35
V.5. Suivi d'activité chiroptérologique en nacelle.....	36
V.5.1. Phénologie de l'activité	36
V.5.2. Activité horaire	37
V.5.3. Corrélation de l'activité avec les vitesses de vent et les températures	38
VI. CONCLUSION	52
VI.1. Suivi de mortalité.....	52
VI.2. Activité chiroptérologique.....	52
VI.3. Recommandations pour le bridage.....	53
VII. BIBLIOGRAPHIE	54
Annexe 1 : fiche de suivi de mortalité pour l'avifaune (MTES, 2015)	56
Annexe 2 : fiche de suivi de mortalité pour les chiroptères (MTES, 2015)	57

Liste des illustrations

Figure 1 : visualisation des transects de recherche des cadavres	9
Figure 2 : exemple d'installation d'un BATmode en nacelle	14
figure 3 : persistance des cadavres sur le site en fonction du temps en juillet (en bleu) et en septembre (en rouge).....	28
figure 4 : nombre de cadavres recensés par semaine.....	30
figure 5 : activité horaire des chiroptères en altitude	37
figure 6 : évolution de l'activité en fonction de la vitesse de vent.....	38
figure 7 : évolution de l'activité en fonction de la température	39

Liste des tableaux

tableau 1 : caractéristiques du parc de Bois d'Olivet	7
tableau 2 : équipe de travail.....	8
tableau 3 : dates des suivis de mortalité réalisés sur le parc éolien de Bois d'Olivet	8
tableau 4 : taux de persistance des cadavres en juillet et septembre.....	29
tableau 5 : surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	30
tableau 6 : cadavres relevés sur le parc éolien de Bois d'Olivet	30
tableau 7 : estimation de la mortalité sur l'ensemble du parc pour les oiseaux.....	31
tableau 8 : nombre de contacts par espèce enregistrés en altitude.....	36
tableau 9 : nombre de contacts par mois et par vitesse de vent.....	38
tableau 10 : nombre de contacts par mois et par température.....	39

Liste des cartes

carte 1 localisation du parc éolien de Bois d'Olivet.....	6
carte 2 : occupation du sol de la surface à prospecter autour des éoliennes	29
carte 3 : localisation des cadavres recensés sur le parc de Bois d'Olivet	31



II. CONTEXTE

Comme le prévoit l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 (arrêté relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement), il convient de mettre en place un suivi de mortalité sur le parc éolien de Bois d'Olivet.

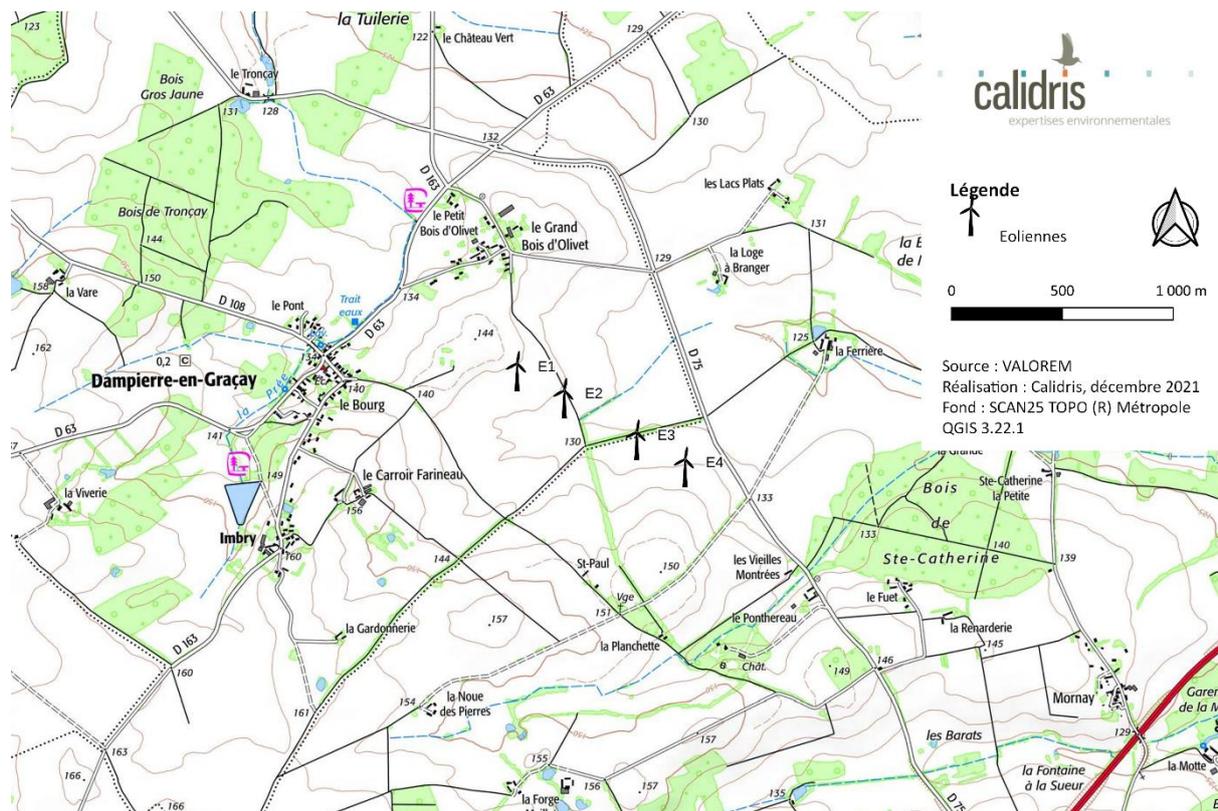
Il est dit dans l'article 9 : « Ce suivi doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. Ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation ».

Le suivi mis en place est conforme au protocole reconnu par le ministre de la transition écologique et solidaire dans la décision du 8 avril 2018 : *le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens révisé en 2018* (MTES, 2018). S'étalant de la mi-mai à fin octobre, les prospections couvrent à la fois le transit printanier des chiroptères, l'élevage des jeunes et le transit automnal durant lequel les individus sont particulièrement exposés aux risques de collision. Durant cette même période, l'impact sur l'avifaune en migrations prénuptiale et postnuptiale est également évalué.

Le présent document rapporte les résultats obtenus lors des prospections effectuées en 2021.

III. LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PARC EOLIEN

Le parc éolien de Bois d'Olivet est constitué de quatre éoliennes. Elles se situent à une dizaine de kilomètres de Vierzon à l'ouest du département de Cher (région Centre-Val de Loire). Les quatre éoliennes sont localisées sur les communes de Dampierre-en-Graçay et Massay. Elles sont alignées selon un axe Ouest-Est (Carte 1). Le parc éolien est implanté au sein d'un paysage de plaine agricole intensive avec un maillage bocager dégradé. Ainsi, les surfaces à prospecter sont majoritairement constituées des grandes parcelles cultivées.



carte 1 localisation du parc éolien de Bois d'Olivet

Les 4 aérogénérateurs sont de type NORDEX N117/2400 et développent chacun une puissance de 2 400 kW. Par conséquent le parc développe une puissance nominale totale de 9 600 kW (Tab. 1).

tableau 1 : caractéristiques du parc de Bois d'Olivet

Modèle	NORDEX N117/2400
Hauteur de la nacelle	120 m
Diamètre du rotor	116,8 m
Longueur d'une pale	57,3 m
Garde au sol	61,6
Surface balayée	11 921 m ²
Puissance nominale totale	9 600 kW

IV. MATERIEL ET METHODES

IV.1. Equipe de travail

tableau 2 : équipe de travail

Domaine d'intervention	Nom
Suivi de mortalité	NATALIA KAPLITA – Chargée d'études – Bureau d'études Calidris
Suivi d'activité chiroptérologique	Marion LEBEAU – Chargée d'études chiroptérologue – Bureau d'études Calidris

IV.2. Suivi de mortalité

IV.2.1. Date de suivi

Le suivi a été réalisé à l'occasion de 34 passages durant 24 semaines entre mai et octobre 2021 (semaines 20 à 43), période qui correspond à la fois à la période de nidification des oiseaux au printemps et à la migration prénuptiale des oiseaux ainsi qu'au transit automnal des chiroptères et à la migration postnuptiale de l'avifaune. Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des passages effectués par l'observateur sur le parc éolien de Bois d'Olivet.

tableau 3 : dates des suivis de mortalité réalisés sur le parc éolien de Bois d'Olivet

Date	Fonction	Date	Fonction
19/05/2021	Suivi mortalité	18/08/2021	Suivi mortalité
26/05/2021	Suivi mortalité	20/08/2021	Suivi mortalité
31/05/2021	Test de détectabilité	23/08/2021	Suivi mortalité
03/06/2021	Suivi mortalité	24/08/2021	Suivi mortalité
10/06/2021	Suivi mortalité	01/09/2021	Suivi mortalité
16/06/2021	Suivi mortalité	03/09/2021	Suivi mortalité
24/06/2021	Suivi mortalité	08/09/2021	Suivi mortalité
30/06/2021	Test de persistance	09/09/2021	Suivi mortalité

Date	Fonction	Date	Fonction
01/07/2021	Suivi mortalité et test de persistance	15/09/2021	Suivi mortalité
08/07/2021	Suivi mortalité et test de persistance	17/09/2021	Suivi mortalité
15/07/2021	Suivi mortalité	22/09/2021	Suivi mortalité et test de persistance
19/07/2021	Suivi mortalité	24/09/2021	Suivi mortalité et test de persistance
27/07/2021	Suivi mortalité	28/09/2021	Suivi mortalité et test de persistance
29/07/2021	Suivi mortalité	30/09/2021	Suivi mortalité
03/08/2021	Suivi mortalité	07/10/2021	Suivi mortalité
06/08/2021	Suivi mortalité	14/10/2021	Suivi mortalité
09/08/2021	Suivi mortalité	20/10/2021	Suivi mortalité
11/08/2021	Suivi mortalité	25/10/2021	Suivi mortalité

IV.2.2. Protocole

Le suivi de mortalité consiste à prospecter au sol les surfaces situées sous les aérogénérateurs en vue de la découverte et de l'identification d'éventuels cadavres ;

Surface à prospecter : Les prospections ont été réalisées selon un carré de 100 mètres de côté ayant pour centre l'éolienne concernée. La *surface théoriquement prospectable* mesurait donc un hectare pour chaque éolienne, soit neuf ha pour l'ensemble du parc. L'orientation du carré et la direction des transects ont été choisies sur le terrain lors de la première visite, en fonction de la présence d'éléments repères dans le paysage, notamment la bordure des plateformes, les routes et le sens des sillons agricoles.

Mode de recherche : Afin de faciliter les prospections, la zone à prospecter et les axes de transect ont été matérialisés au sol par des piquets repères disposés de part et d'autre de chaque transect tous les 10 mètres sur une longueur de 100 mètres. La prospection a été réalisée à vitesse constante de part et d'autre des lignes ainsi matérialisées. L'observateur a ainsi prospecté une zone s'étendant de cinq mètres de part et d'autre de son parcours.

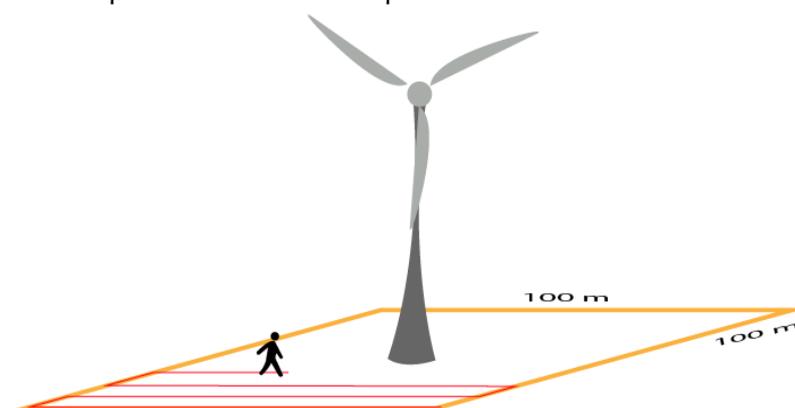


Figure 1 : visualisation des transects de recherche des cadavres

Zones non prospectées : Au cours de certaines visites, la surface de prospection a pu être réduite en fonction de contraintes liées au terrain telles que la présence de boisements, de cultures, de travaux agricoles en cours, etc.

Fréquence et moment de recherche : Les prospections hebdomadaires ont débuté de préférence le matin, dans l'heure qui suit le lever du soleil.

Ordre de prospection des éoliennes : L'observateur s'est attaché à faire varier l'ordre de prospection des éoliennes afin de limiter des biais éventuels liés à la disparition des cadavres entre le lever du soleil et le moment de la prospection.

IV.2.3. Recueil des données

À chaque journée de prospection, l'observateur a consigné son heure d'arrivée et de départ ainsi que les conditions météorologiques pouvant avoir un impact sur sa visibilité (température, nébulosité, intensité et direction du vent, pluie éventuelle, etc.). Le numéro des éoliennes ne fonctionnant pas au moment de la prospection, la surface prospectée (% de la surface totale) et une description de l'habitat (occupation des sols et hauteur de la végétation) ont également été relevés.

Chaque cadavre retrouvé doit être photographié, associé à une date et une éolienne, sa localisation doit être consignée sur une carte et son point GPS relevé. L'espèce, le sexe, l'âge ainsi que diverses informations relatives à l'état du cadavre ont également été notés si possible. Les fiches de suivi se trouvent en annexes 1 et 2.

IV.2.4. Test de persistance

Les cadavres sont susceptibles de disparaître plus ou moins rapidement selon le site d'étude. En effet, d'un site à l'autre, les communautés de charognards présents varient, de même que leur abondance, leurs rythmes d'activité ou encore la disponibilité de ressources alimentaires alternatives. Par ailleurs, la détectabilité (cadavre frais ou plus ancien), et l'accessibilité des cadavres peut aussi influencer sur la durée de persistance (BESNARD & BERNARD, 2017).

Afin d'estimer le taux de persistance des cadavres sous les éoliennes, l'observateur a dispersé des cadavres de poussin de poule sur la surface de prospection. Cette espèce a été privilégiée car les poussins ont une taille qui se rapproche de celle des chauves-souris, et des passereaux. La couleur jaune des poussins étant trop visibles pour les prédateurs, les poussins ont été noircis à l'aide du

charbon.

Trois à cinq poussins ont été placés pour chaque éolienne en fonction des habitats (dalle, végétation rase sur la plateforme, végétation plus élevée). Leur emplacement a été soigneusement relevé pour permettre le contrôle ultérieur. Tous les poussins ont été décongelés la veille de leur placement pour limiter l'avancée de leur décomposition avant le dépôt. L'observateur est ensuite repassé régulièrement au cours de la première semaine pour contrôler la persistance des cadavres, puis les semaines suivantes et jusqu'à la disparition totale des poussins. Au total, 16 poussins ont été repartis sous les quatre éoliennes début juillet. Le test a été reproduit à l'automne pour vérifier s'il existe une différence au niveau de la persistance des cadavres entre ces deux périodes. Ainsi, un total de 12 poussins a été répartis sous les éoliennes en septembre.

IV.2.5. Taux de détectabilité

L'observateur s'est étalonné afin d'établir son taux de détectabilité. Pour cela, des poussins noircis au charbon ont été dispersés par une personne différente de l'observateur sur une parcelle représentative de la diversité des habitats du parc éolien. Le nombre de poussins déposés n'était pas connu de l'observateur et il a recherché les poussins selon les mêmes conditions qu'un suivi de mortalité normal. Dans le cas de l'observateur du parc de Bois d'Olivet, le test a été réalisé en mai avec un taux de détectabilité de 80%.

IV.2.6. Correcteur surfacique

La surface à prospecter dans les carrés de 100 m de côté autour des éoliennes est de 1 hectare ce qui fait un total de 4 hectares pour l'ensemble du parc. A chaque visite, la surface réelle prospectable a été relevée en pourcentage pour chaque éolienne, calculé par rapport à une surface standard de 1 hectare. La description des habitats autour de chaque éolienne permet de décrire la variation du couvert végétal au cours de la période de prospection, et par conséquent les variations en termes de surface prospectée.

En fonction des variations de la hauteur de la végétation, l'ensemble du suivi peut être divisé en deux périodes distinctes :

- **Période printemps-été** : avant la moisson qui correspond à la période de la nidification et à la migration prénuptiale des oiseaux ainsi qu'à l'activité de chasse et l'élevage des jeunes pour les chiroptères
- **Période été-automne** : après la moisson, correspondant au transit automnal pour les chiroptères et à la migration prénuptiale pour les oiseaux

Ces deux périodes vont être distinguées dans les estimations de la mortalité. Cela permet d'apporter plus de précision dans les calculs. D'une part, parce que les activités des espèces diffèrent et donc les probabilités de collisions sont différentes entre ces deux périodes. D'autre part, une plus grande surface est prospectée après la moisson ce qui augmente la probabilité de retrouver des cadavres.

IV.2.7. Taux de mortalité

Il existe différentes méthodes d'estimation de la mortalité qui prennent en compte plusieurs paramètres tels que le taux de disparition, le test de détectabilité, etc. Plusieurs méthodes peuvent être appliquées car chacune d'entre elles présente des avantages et des inconvénients et les résultats diffèrent d'une méthode à l'autre parfois de manière importante. Ainsi, l'utilisation de plusieurs méthodologies permet de présenter une fourchette de résultats. Les calculs ont été réalisés en utilisant le site internet créé par le CNRS (<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>).

Méthode « Erickson »

La méthode ERICKSON (1998) intègre la durée de la persistance moyenne des cadavres. Cette formule présente l'avantage de fonctionner même lorsque le taux de persistance sur la durée de l'intervalle vaut zéro.

$$N = \frac{I \times C}{t_m \times d}$$

N = nombre de cadavres total

I = durée de l'intervalle, équivalent à la fréquence de passage (en jours)

C = nombre de cadavres comptés

t_m = durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours)

d = taux de détection (test de détectabilité)

Méthode « Jones »

La méthode de JONES (2009) considère que le taux de mortalité est constant dans l'intervalle et que la durée de persistance d'un cadavre suit une variable exponentielle négative. Cette méthode suppose également que la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à moitié de l'intervalle. Le taux de persistance t_m est alors remplacé par la formule suivante : $p = e^{(-0,5 \times I / t_m)}$

$$N = \frac{c}{a \times d \times p \times \hat{e}}$$

Ces auteurs intègrent en outre la notion d'intervalle effectif. En effet, plus l'intervalle est long, plus

le taux de persistance s'approche de zéro. Une carcasse découverte au bout d'un intervalle très long n'est certainement pas morte au début de l'intervalle. Elle est vraisemblablement morte dans un « intervalle effectif » qui correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance est inférieur à 1%. L'intervalle effectif, \hat{I} est donc égal à $-\log(0,01) \times tm$. Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} .

a : coefficient de correction surfacique

\hat{I} : intervalle effectif

\hat{e} : coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à $\frac{Min(I;\hat{I})}{I}$

Méthode « Huso »

Le dernier protocole en date, HUSO (2011), toujours en considérant la mortalité constante, considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. Le coefficient proposé est plus élevé :

$$p = \frac{tm \times \left(1 - e^{-\frac{I}{tm}}\right)}{I} \quad \text{D'où } N = \frac{C}{p \times \hat{e}} \times a$$

I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} .

IV.3. Suivi d'activité chiroptérologique en nacelle

IV.3.1. Dates de suivi

Des études acoustiques ont été effectuées en altitude dans le but de caractériser l'activité des chiroptères en altitude, notamment pour la détection d'espèces en transit (vol en plein ciel). Pour cela, un enregistreur de type BAT mode a été installé en nacelle. La période d'enregistrement s'est déroulée entre le 20 mai et le 16 novembre 2021.

IV.3.2. Matériel

Un enregistreur automatique BATmode de Bio Acoustic Technology a été utilisé. Ce matériel, dédié aux écoutes en nacelles, possède plusieurs avantages : un micro très performant, un disque dur intégré qui stocke les données sans risque de pertes, des modules GSM et wifi qui permettent de communiquer à distance et à tout moment avec l'appareil et ainsi d'être très réactif en cas de dysfonctionnement. Le micro à très haute sensibilité permet la détection des ultrasons de chiroptères sur une très large gamme de fréquences, couvrant toutes les émissions possibles des espèces européennes de chiroptères (de 8 à 192 kHz).

Ce mode opératoire permet actuellement, dans de bonnes conditions d'enregistrement, l'identification acoustique des 34 espèces de chiroptères présentes en France. Les espèces ne pouvant pas être différenciées seront regroupées en paires ou groupes d'espèces.

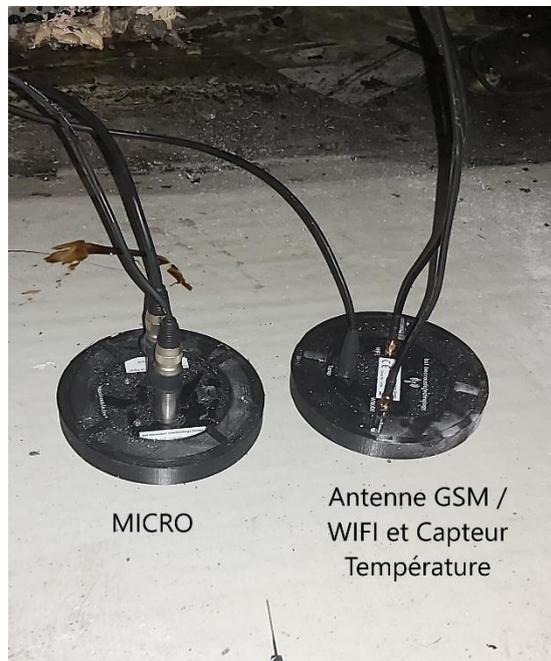


Figure 2 : exemple d'installation d'un BATmode en nacelle

IV.4. Suivi d'activité chiroptérologique au sol

IV.4.1. Dates de suivi

tableau 4 : dates des inventaires pour l'étude des chiroptères

Date	Objectif	Météorologie	Commentaires
Passage printanier			
Nuit du 20 au 21 avril 2021	Réalisation d'écoutes passives et actives en période de transit printanier	Nébulosité 7/8, vent faible à modéré, température de 14°C	Conditions favorables
Nuit du 05 au 06 mai 2021		Nébulosité 8/8, vent faible, température de 13°C	Conditions favorables
Nuit du 21 au 22 mai 2021		Nébulosité 4/8, vent modéré, température de 15°C	Conditions moyennement favorables
Passage estival			
Nuit du 16 au 17 juin 2021	Réalisation d'écoutes passives et actives en période de mise bas et élevage des jeunes	Nébulosité 6/8, vent faible, température de 25°C	Conditions favorables
Nuit du 07 au 08 juillet 2021		Nébulosité 2/8, vent faible, température de 17°C	Conditions favorables
Nuit du 28 au 29 juillet 2021		Nébulosité 0/8, vent faible, température de 20°C	Conditions favorables
Passage automnal			
Nuit du 16 au 17 août 2021	Réalisation d'écoutes passives et actives en période de transit automnal	Nébulosité 5/8, vent modéré, température de 19°C	Conditions favorables
Nuit du 22 au 23 septembre 2021		Nébulosité 0/8, vent faible, température de 19°C	Conditions favorables
Nuit du 21 au 22 octobre 2021		Nébulosité 8/8, vent faible, température de 14°C, légère averse	Conditions favorables

Les sessions d'inventaires sont adaptées aux trois phases clés du cycle biologique des chiroptères, en rapport avec les problématiques inhérentes aux projets éoliens. D'après le *Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets des parcs éoliens terrestres* (Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer, 2016), au minimum deux passages par période d'activité doivent être réalisés. Au vu des enjeux pressentis sur le site, quatre passages ont été effectués à chaque saison.

Les sessions d'inventaires printaniers se sont déroulées lors de trois soirées d'écoute de mars à fin mai. Elles sont principalement destinées à détecter la présence éventuelle d'espèces migratrices, que ce soit à l'occasion de halte (stationnement sur zone de chasse ou gîte) ou en migration active (transit au-dessus de la zone d'étude). Cela permet aussi la détection d'espèces susceptibles de se reproduire sur le secteur (début d'installation dans les gîtes de reproduction).

La seconde phase a eu lieu avec trois sessions en juin, lors de la période de mise bas et d'élevage des jeunes. Son but est de caractériser l'utilisation des habitats par les espèces supposées se reproduire dans les environs immédiats. Il s'agit donc d'étudier leurs habitats de chasse, et si l'opportunité se présente, la localisation de colonies de mise bas. En raison de fort orage en début de nuit la nuit du 25 au 26 juin, la recherche de gîtes n'a pas pu être réalisée. Cette session a été rattrapée la nuit du 8 au 9 juillet.

La troisième session d'inventaires a été effectuée en automne avec trois soirées d'écoutes : deux en septembre et une en octobre. Elle permet de mesurer l'activité des chiroptères en période de transit lié à l'activité de rut ou de mouvements migratoires, et à l'émancipation des jeunes.

IV.4.2. Mode opératoire et dispositif utilisé

Un protocole d'écoutes a été réalisé lors des investigations de terrain. Il s'agit d'un protocole standard d'écoutes au sol, reprenant deux méthodes et permettant d'étudier les espèces présentes sur le site ainsi que les niveaux d'activité acoustique par espèce, par saison et par habitat. Ainsi neuf sessions ont été réalisées reprenant chacune trois points d'écoute passive et trois points d'écoute active.

Écoutes passives par Song Meter SM4

Des enregistreurs automatiques SM4 chez Wildlife Acoustics ont été utilisés pour réaliser les écoutes passives (les SM4 seront nommés SM dans la suite du rapport). Les capacités de ces enregistreurs permettent d'effectuer des enregistrements sur un point fixe durant une ou plusieurs nuits entières. Un micro à très haute sensibilité permet la détection des ultrasons sur une large gamme de fréquences, couvrant ainsi toutes les émissions possibles des espèces européennes de chiroptères (de 10 à 150 kHz). Les sons sont ensuite stockés sur une carte mémoire, puis analysés par le chiroptérologue à l'aide d'un logiciel de traitement des sons (en l'occurrence BatSound®). Ce mode opératoire permet actuellement, dans de bonnes conditions d'enregistrement, l'identification acoustique de vingt-huit espèces de chiroptères sur les trente-quatre présentes en

France. Les espèces ne pouvant pas être différenciées sont regroupées en paires ou groupes d'espèces.



Song Meter SM4 de chez Wildlife Acoustics

Dans le cadre de cette étude, trois enregistreurs automatiques ont été utilisés. Ils ont été programmés d'une demi-heure avant le coucher du soleil à une demi-heure après le lever du soleil le lendemain matin, afin d'enregistrer le trafic de l'ensemble des espèces présentes tout au long de la nuit. Chaque SM est disposé sur un point d'échantillonnage précis et l'emplacement reste identique au cours des différentes phases du cycle biologique étudiées. Les appareils sont placés de manière à échantillonner un habitat (prairie, boisement feuillu, etc.) ou une interface entre deux milieux (lisière de boisement). L'objectif est d'échantillonner, d'une part, les habitats les plus représentatifs du périmètre d'étude, et d'autre part, les secteurs présentant un enjeu potentiellement élevé même si ceux-ci sont peu recouvrants.

L'analyse et l'interprétation des enregistrements recueillis permet de déduire la fonctionnalité (activité de transit, activité de chasse ou reproduction) et donc le niveau d'intérêt de chaque habitat échantillonné.

Les trois SM utilisés pour le présent diagnostic, différenciés par une lettre (SM A, SM B, etc.), sont localisés sur la carte ci-après.

L'analyse et l'interprétation des enregistrements recueillis permet de déduire la fonctionnalité (activité de transit, activité de chasse ou reproduction) et donc le niveau d'intérêt de chaque habitat échantillonné.

Les cinq SM utilisés pour le présent diagnostic, différenciés par une lettre (SM A, SM B, etc.), sont localisés sur la carte ci-après.

📍 Écoutes actives par Echo Meter Touch

Parallèlement aux enregistrements automatisés par Song Meter, des séances d'écoute active ont été effectuées au cours des mêmes nuits à l'aide d'un détecteur d'ultrasons, l'Echo Meter Touch (appelé EMT dans la suite du rapport) de chez Wildlife Acoustics.



Echo Meter Touch de chez Wildlife Acoustics

Les écoutes actives ont différents objectifs :

- compléter géographiquement l'échantillonnage du périmètre d'étude immédiat rempli par les SM ;
- mettre en évidence l'occupation d'un gîte (point d'écoute réalisé au coucher du soleil afin de détecter les chiroptères sortant d'une cavité d'arbre ou d'un bâtiment) ;
- identifier une voie de déplacement fonctionnelle (haies, cours d'eau, etc.) ;
- échantillonner des zones extérieures à la zone d'implantation potentielle, très favorables aux chiroptères, afin de compléter l'inventaire spécifique.

Ce matériel a l'avantage de combiner deux modes de traitement des ultrasons détectés :

- en hétérodyne, ce qui permet l'écoute active en temps réel des émissions ultrasonores ;
- en expansion de temps, ce qui permet une analyse et une identification très fines des sons enregistrés.

Le mode hétérodyne permet de caractériser la nature des cris perçus (cris de transit, cris de chasse, cris sociaux, etc.) ainsi que le rythme des émissions ultrasonores. L'interprétation de ces signaux, combinée à l'observation du comportement des animaux sur le terrain, permet d'appréhender au mieux la nature de la fréquentation de l'habitat. Les signaux peuvent également être enregistrés en expansion de temps, ce qui permet une analyse et une identification plus précise des espèces (possibilité d'identification similaire au SM).

Cette méthode d'inventaire est complémentaire au système d'enregistrement continu automatisé (SM) puisqu'un plus grand nombre d'habitats et de secteurs sont échantillonnés durant la même

période.

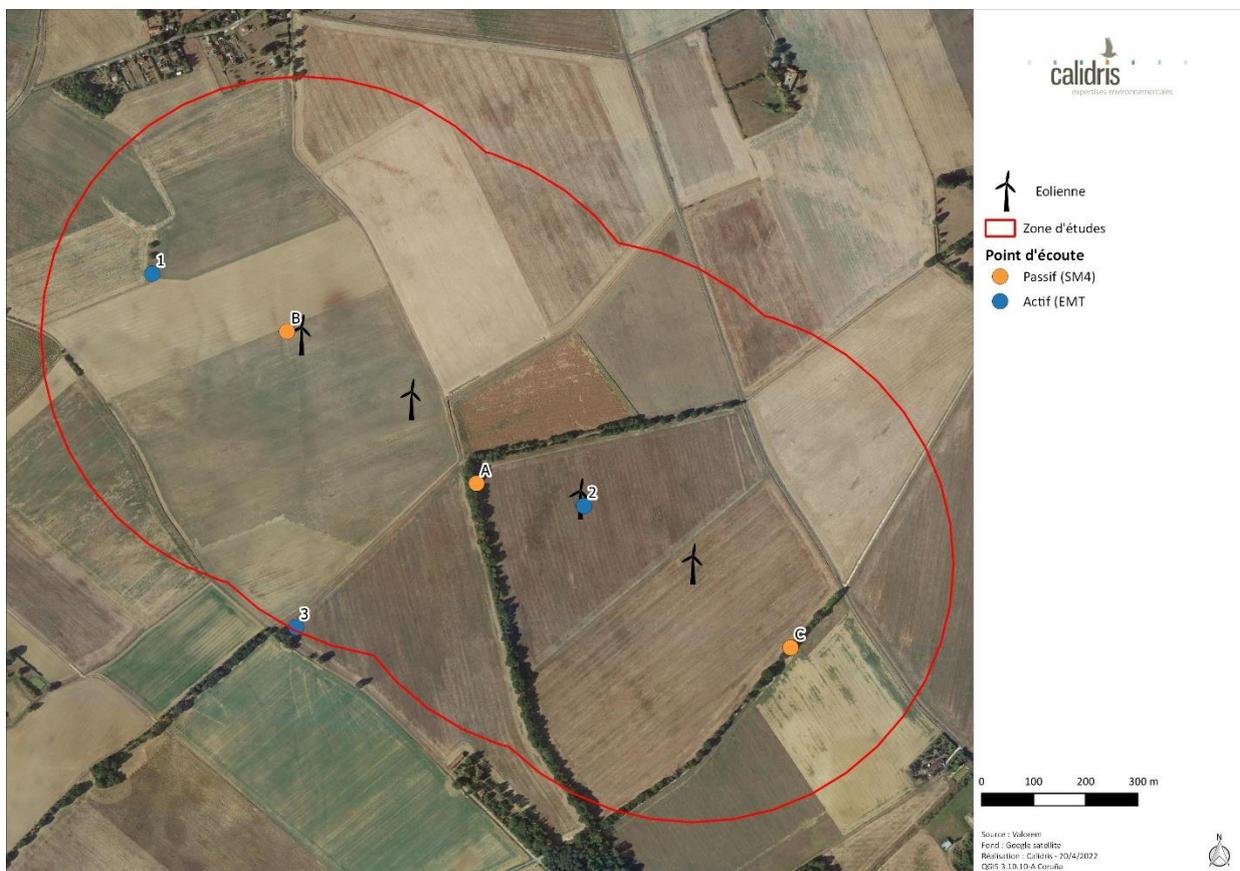
Les points et transects d'écoute active réalisés au cours de la campagne de terrain, différenciés par un chiffre (EMT 1, EMT 2, etc.), sont localisés sur la carte ci-après.

IV.4.3. Localisation et justification des points d'écoutes

L'emplacement des points d'écoute a été déterminé de façon à inventorier les espèces présentes et appréhender l'utilisation des habitats.

tableau 5 : nombre de points d'écoute par habitat

Types d'écoute	Points d'écoute	Habitats
Écoute passive	SM A	Haie
	SM B	Culture
	SM C	Haie
Écoute active	EMT-1	Buisson
	EMT-2	Culture
	EMT-3	Haie



carte 2 : localisation des points d'écoute pour l'étude des chiroptères

Les haies échantillonnées sont majoritairement composées de vieux arbres sénescents présentant de nombreuses cavités favorables à la présence des chiroptères.

Les cultures quant à elle sont en grande partie des cultures intensives de types blé, maïs ou colza.

IV.4.4. Analyse et traitement des données

Les données issues des points d'écoute permettent d'évaluer le niveau d'activité des espèces (ou des groupes d'espèces) et d'apprécier l'attractivité et la fonctionnalité des habitats (zone de chasse, de transit, etc.) pour les chiroptères. L'activité chiroptérologique se mesure à l'aide du nombre de contacts par heure d'enregistrement. La notion de contact correspond à une séquence d'enregistrement de cinq secondes au maximum.

L'activité de chasse est déterminée dans les enregistrements par la présence de phases d'accélération dans le rythme des impulsions caractéristiques d'une phase de capture de proie. La quantification de cette activité est essentielle dans la détermination de la qualité d'un habitat de chasse (car liée aux disponibilités alimentaires).

La notion de transit recouvre ici un déplacement rapide dans une direction donnée mais sur une distance inconnue. Les enregistrements de cris sociaux, en plus d'apporter des compléments d'identification pour certaines espèces, renseignent aussi sur la présence à proximité de gîtes potentiels.

L'identification des chiroptères repose sur la méthode mise au point par (Barataud, 2015), basée sur l'analyse des ultrasons en mode hétérodyne et expansion de temps. Plusieurs critères de détermination sont pris en compte au sein de chaque séquence :

- le type de signal (fréquence constante, fréquence modulée, fréquence abrupte) ;
- la fréquence terminale ;
- la largeur de la bande de fréquence ;
- le rythme ;
- la présence de pic d'énergie ;
- l'évolution de la structure des signaux à l'approche d'obstacles...

L'intensité des émissions d'ultrasons est différente d'une espèce à l'autre. Il est donc nécessaire de pondérer l'activité mesurée pour chaque espèce par un coefficient de détectabilité (Barataud, 2015). Ce coefficient varie également en fonction de l'encombrement de la zone traversée par les chiroptères. Ceux-ci sont en effet obligés d'adapter le type et la récurrence de leurs émissions

sonores en fonction du milieu traversé. Les signaux émis en milieux fermés sont globalement moins bien perceptibles par le micro, d'où la nécessité de réajuster le coefficient dans cette situation.

tableau 6 : coefficients de correction d'activité des chiroptères en milieu ouvert et semi-ouvert selon Barataud (2015)

Intensité d'émission	Espèce	Distance de détection (m)	Coefficient de détectabilité
Faible	Petit Rhinolophe	5	5
	Grand Rhinolophe & Rhinolophe euryale	10	2,5
	Murin à oreilles échancrées	10	2,5
	Murin d'Alcathoé	10	2,5
	Murin à moustaches & Murin de Brandt	10	2,5
	Murin de Daubenton	15	1,7
	Murin de Natterer	15	1,7
	Murin de Bechstein	15	1,7
	Barbastelle d'Europe	15	1,7
Moyenne	Grand Murin & Petit Murin	20	1,2
	Pipistrelle pygmée	25	1
	Pipistrelle commune	30	1
	Pipistrelle de Kuhl	30	1
	Pipistrelle de Nathusius	30	1
	Minioptère de Schreibers	30	0,83
Forte	Vespère de Savi	40	0,71
	Sérotine commune	40	0,71
	oreillards	40	0,71
Très forte	Sérotine de Nilsson	50	0,5
	Sérotine bicolore	50	0,5
	Noctule de Leisler	80	0,31
	Noctule commune	100	0,25
	Molosse de Cestoni	150	0,17
	Grande Noctule	150	0,17

tableau 7 : coefficients de correction d'activité des chiroptères en milieu fermé selon Barataud (2015)

Intensité d'émission	Espèce	Distance de détection (m)	Coefficient de détectabilité
Faible	Petit Rhinolophe	5	5
	oreillards	5	5
	Murin à oreilles échancrées	8	3,13
	Murin de Natterer	8	3,13
	Grand Rhinolophe & Rhinolophe euryale	10	2,5
	Murin d'Alcathoé	10	2,5
	Murin à moustaches et Murin de Brandt	10	2,5
	Murin de Daubenton	10	2,5
	Murin de Bechstein	10	2,5
	Barbastelle d'Europe	15	1,7
	Grand Murin & Petit Murin	15	1,7
Moyenne	Pipistrelle pygmée	20	1,25
	Minioptère de Schreibers	20	1,25
	Pipistrelle commune	25	1
	Pipistrelle de Kuhl	25	1
	Pipistrelle de Nathusius	25	1
Forte	Vespère de Savi	30	0,83
	Sérotine commune	30	0,83
Très forte	Sérotine de Nilsson	50	0,5
	Sérotine bicolore	50	0,5
	Noctule de Leisler	80	0,31
	Noctule commune	100	0,25
	Molosse de Cestoni	150	0,17
	Grande noctule	150	0,17

Selon Barataud (2015) : « Le coefficient multiplicateur étalon de valeur 1 est attribué aux pipistrelles, car ce genre présente un double avantage : il est dans une gamme d'intensité d'émission intermédiaire, son caractère ubiquiste et son abondante activité en font une excellente référence comparative. »

Ces coefficients sont appliqués au nombre de contacts obtenus pour chaque espèce et pour chaque tranche horaire afin de comparer l'activité entre espèces. Cette standardisation permet également une analyse comparative des milieux et des périodes d'échantillonnage. Elle est appliquée pour

l'analyse de l'indice d'activité obtenu avec les enregistreurs automatiques. Compte tenu des habitats échantillonnés, les coefficients des milieux ouverts et semi-ouverts ont été utilisés.

IV.4.5. Evaluation du niveau d'activité

Le niveau d'activité des espèces sur chaque point d'écoute passive peut être caractérisé sur la base du référentiel d'activité du protocole Point Fixe de Vigie-Chiro (Muséum national d'histoire naturelle).

Les taux sont ainsi évalués sur la base des données brutes, sans nécessiter de coefficient de correction des différences de détectabilité des espèces. Le référentiel de Vigie-Chiro est basé sur des séries de données nationales et catégorisées en fonction des quantiles. Cette grille suit le modèle D'Actichiro, une méthode développée par Alexandre Haquart (Haquart, 2013). C'est ainsi que le niveau d'activité pour chaque espèce enregistrée sur une nuit peut être classé en quatre niveaux : activité faible, activité modérée, activité forte et activité très forte. Une activité modérée (pour une espèce donnée : activité > à la valeur Q25% et ≤ à la valeur Q75%) correspond à la norme nationale. Ces seuils nationaux sont à préférer pour mesurer objectivement l'activité des espèces.

Cette échelle permet de comparer l'activité intraspécifique des espèces observées sur le site.

Pour les groupes d'espèces indéterminées (groupe des murins, noctules, oreillards et sérotules), les niveaux d'activité ont été déterminés après calcul de la moyenne des quantiles. Pour le Murin de Bechstein et la Sérotine boréale, les niveaux de confiance donnés aux seuils d'activité sont faibles, du fait d'un manque de connaissance de leurs populations au niveau national. Ainsi, cette échelle d'activité ne sera pas utilisée pour ces deux espèces.

tableau 8 : caractérisation du niveau d'activité des chiroptères selon le référentiel du protocole Point Fixe de Vigie-Chiro (MNHN)

Espèce	Q25%	Q75%	Q98%	Activité faible	Activité modérée	Activité forte	Activité très forte
Barbastelle d'Europe	2	19	215	≤ 2	> 2 et ≤ 19	> 19 et ≤ 215	> 215
Grand Murin / Murins de grande taille	1	4	27	≤ 1	> 1 et ≤ 4	> 4 et ≤ 27	> 27
Grand Rhinolophe	1	8	290	≤ 1	> 1 et ≤ 8	> 8 et ≤ 290	> 290
Grande Noctule	1	9	49	≤ 1	> 1 et ≤ 9	> 9 et ≤ 49	> 49
Groupe des murins	3	23	447	≤ 3	> 3 et ≤ 23	> 23 et ≤ 447	> 447
Groupe des noctules	3	17	143	≤ 3	> 3 et ≤ 17	> 17 et ≤ 143	> 143

Espèce	Q25%	Q75%	Q98%	Activité faible	Activité modérée	Activité forte	Activité très forte
Groupe des oreillard	1	5	36	≤ 1	> 1 et ≤ 5	> 5 et ≤ 36	> 36
Groupe des sérotules	3	19	172	≤ 3	> 3 et ≤ 19	> 19 et ≤ 172	> 172
Minioptère de Schreibers	2	14	138	≤ 2	> 2 et ≤ 14	> 14 et ≤ 138	> 138
Molosse de Cestoni	4	30	330	≤ 4	> 4 et ≤ 30	> 30 et ≤ 330	> 330
Murin à moustaches	4	30	348	≤ 4	> 4 et ≤ 30	> 30 et ≤ 348	> 348
Murin à oreilles échancrées	2	9	58	≤ 2	> 2 et ≤ 9	> 9 et ≤ 58	> 58
Murin d'Alcathoe	2	17	157	≤ 2	> 2 et ≤ 17	> 17 et ≤ 157	> 157
Murin de Capaccini	5	56	562	≤ 5	> 5 et ≤ 56	> 56 et ≤ 562	> 562
Murin de Daubenton	3	23	1 347	≤ 3	> 3 et ≤ 23	> 23 et ≤ 1 347	> 1 347
Murin de Natterer	2	10	109	≤ 2	> 2 et ≤ 10	> 10 et ≤ 109	> 109
Noctule commune	3	17	161	≤ 3	> 3 et ≤ 17	> 17 et ≤ 161	> 161
Noctule de Leisler	4	24	220	≤ 4	> 4 et ≤ 24	> 24 et ≤ 220	> 220
Oreillard gris	2	9	64	≤ 2	> 2 et ≤ 9	> 9 et ≤ 64	> 64
Oreillard montagnard	1	2	13	≤ 1	> 1 et ≤ 2	> 2 et ≤ 13	> 13
Oreillard roux	1	5	30	≤ 1	> 1 et ≤ 5	> 5 et ≤ 30	> 30
Petit Rhinolophe	1	8	236	≤ 1	> 1 et ≤ 8	> 8 et ≤ 236	> 236
Pipistrelle commune	41	500	3 580	≤ 41	> 41 et ≤ 500	> 500 et ≤ 3 580	> 3 580
Pipistrelle de Kuhl	18	194	2 075	≤ 18	> 18 et ≤ 194	> 194 et ≤ 2 075	> 2 075
Pipistrelle de Nathusius	7	36	269	≤ 7	> 7 et ≤ 36	> 36 et ≤ 269	> 269
Pipistrelle pygmée	8	156	1 809	≤ 8	> 8 et ≤ 156	> 156 et ≤ 1 809	> 1 809
Rhinolophe euryale	2	10	45	≤ 2	> 2 et ≤ 10	> 10 et ≤ 45	> 45
Sérotine commune	4	28	260	≤ 4	> 4 et ≤ 28	> 28 et ≤ 260	> 260
Vespère de Savi	4	30	279	≤ 4	> 4 et ≤ 30	> 30 et ≤ 279	> 279
Murin de Bechstein	1	2	4	≤ 1	> 1 et ≤ 2	> 2 et ≤ 4	> 4
Sérotine boréale	1	3	13	≤ 1	> 1 et ≤ 3	> 3 et ≤ 13	> 13

IV.4.6. Analyse de la méthodologie

Concernant les points d'écoute ultrasonore, la limite méthodologique la plus importante est le risque de sous-évaluation de certaines espèces ou groupes d'espèces. En effet, comme cela a été présenté précédemment, les chiroptères n'ont pas la même portée de signal d'une espèce à l'autre.

Le comportement des individus influence aussi leur capacité à être détectés par le micro des appareils. Les chauves-souris passant en plein ciel sont plus difficilement contactées par un observateur au sol, d'autant plus lorsqu'elles sont en migration active (hauteur de vol pouvant être plus importante). L'identification des enregistrements se fait par le contrôle de chaque séquence avec un logiciel d'analyse dédié. L'identification des espèces, notamment des murins et des oreillards, bien que possible à partir des enregistrements effectués avec le SM ou l'EMT demande des conditions d'enregistrement optimales, soit quand le bruit ambiant parasite est minimum. Lors de cette étude, de nombreux enregistrements de murins n'ont pas pu être identifiés jusqu'à l'espèce ; ils ont été classés en murins sp. et de ce fait, certaines de ces espèces peuvent être quantitativement sous-évaluées.

Enfin, certaines stridulations d'orthoptères peuvent recouvrir en partie les signaux des chiroptères et relativement biaiser l'analyse des enregistrements.

Malgré tout, la méthodologie employée durant l'étude possède un intérêt important. D'une part, la régularité et la répartition temporelle des investigations de terrain permettent de couvrir l'ensemble du cycle biologique des chiroptères. Les espèces présentes uniquement lors de certaines périodes peuvent ainsi être recensées. L'utilisation d'enregistreurs automatiques permet de réaliser une veille sur l'ensemble de la nuit, et ainsi détecter les espèces aux apparitions ponctuelles. L'effort d'échantillonnage est important, puisque 5 SM ont été utilisés et des écoutes actives réalisées pour compléter les données, le tout durant 10 nuits d'écoute. Cette méthodologie permet donc d'avoir une bonne représentation des populations de chiroptères, de leur activité et de leur utilisation du site.

Concernant les conditions météorologiques, 3 nuits ont été réalisées dans des conditions moyennement favorables à l'activité chiroptérologique. Mis à part ces conditions, le reste des nuits d'inventaires se sont déroulées lors de conditions favorables aux chiroptères. Comme expliqué dans le paragraphe 3.1, une nuit supplémentaire a été intégrée aux données ainsi qu'une session de recherche de gîtes supplémentaire.

On notera que la stratégie d'écoute mise en œuvre permet d'avoir une pression d'observation bien plus importante que les standards correspondant aux recommandations de la SFEPM (SFEPM, 2016). En effet, les écoutes passives au sol réalisées ont permis de collecter des informations sur 469 h (93 h par SM) tandis que le protocole SFEPM par exemple ne permet de travailler que sur une petite centaine d'heures (entre 80 et 100 h). À cela s'ajoute les écoutes actives.

Enfin, la standardisation des données rend possible la comparaison des résultats obtenus avec

d'autres études similaires.

IV.4.7. Définition des enjeux

IV.4.7.1. Enjeu de conservation par espèce

Un niveau d'enjeu de conservation est attribué pour chaque espèce (tableau 9) en fonction des outils de bioévaluation aux niveaux européen, national et régional (tableau 10). L'enjeu le plus important issu des différents outils est retenu comme enjeu final.

tableau 9 : définition des niveaux d'enjeu de conservation par espèce

Enjeu	Définition
Fort	<ul style="list-style-type: none"> - Espèce menacée sur une liste rouge, c'est-à-dire cotée « Vulnérable » (VU), « En danger » (EN) ou « En danger critique » (CR) - Espèce cotée « Disparue au niveau régional » (RE) sur une liste rouge - Espèce inscrite comme prioritaire à l'annexe II de la directive Habitats
Modéré	<ul style="list-style-type: none"> - Espèce cotée « Quasi menacée » (NT) sur une liste rouge - Espèce inscrite à l'annexe II de la directive Habitats - Espèce déterminante ZNIEFF, uniquement si aucune liste rouge n'existe au niveau régional
Faible	<ul style="list-style-type: none"> - Espèce cotée « Préoccupation mineure » (LC) sur une liste rouge - Espèce cotée « Données insuffisantes » (DD) sur une liste rouge
Nul	<ul style="list-style-type: none"> - Espèce cotée « Non applicable » (NA) sur une liste rouge - Espèce cotée « Non évaluée » (NE) sur une liste rouge

tableau 10 : outils de bioévaluation des espèces

Groupe taxonomique	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional ou départemental
Chiroptère	<p>The Status and Distribution of European Mammals (Temple & Terry, 2007)</p> <p>Annexe II de la directive Habitats</p>	<p>La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine (UICN France et al., 2017)</p>	<p>Liste rouge des chauves-souris de la région Centre Val de Loire (2012)</p>

IV.4.7.2. Spatialisation des enjeux

Les milieux naturels ne présentent pas tous la même importance dans la réalisation du cycle écologique des espèces. La spatialisation est faite au regard des espèces à enjeu de conservation observées dans le site étudié.

Ainsi une échelle relative est utilisée pour spatialiser les enjeux au cours du cycle écologique des espèces (tableau 11).

tableau 11 : méthodologie de spatialisation des enjeux

Enjeu	Définition
Fort	<ul style="list-style-type: none">- Zones de chasse importantes- Zones avec gîtes avérés ou fortement suspectés
Modéré	<ul style="list-style-type: none">- Zones de chasse peu importantes- Zones de transit privilégiées- Zones à potentialité modérée de gîtes
Faible	<ul style="list-style-type: none">- Zones de chasse et de transit limitées- Zones à potentialité faible ou nulle de gîtes

V. ANALYSE DES RESULTATS

V.1. Suivi de mortalité

V.1.1. Test de détection

Dans le cas de l'observateur du parc de Bois d'Olivet, le test de détection a été réalisé sur une parcelle dont la taille de la végétation variait entre 0 cm et 60 cm. Huit poussins sur dix ont été retrouvés, ce qui représente un taux de détection de 80%.

V.1.2. Test de persistance

Le test de la persistance a été réalisé début juillet puis reproduit fin septembre. Pour les deux périodes, tous les cadavres ont disparu au bout d'une semaine (Fig. 2).

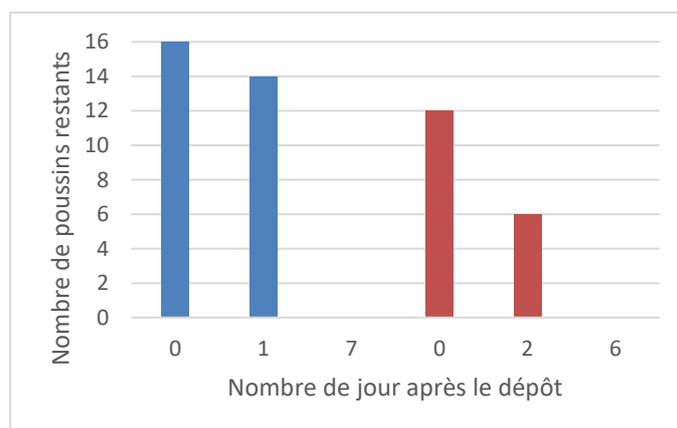


figure 3 : persistance des cadavres sur le site en fonction du temps en juillet (en bleu) et en septembre (en rouge)

En moyenne, les cadavres persistent 5,3 jours dans le milieu, les deux tests confondus. La persistance des cadavres semble plus faible en septembre avec une moyenne de 4 jours contre 6,3 jours en juillet (Tab. 3). Néanmoins, Il est difficile de comparer les deux taux de disparition étant donné que, pour les deux périodes, l'observateur n'est passé que deux fois après le dépôt des

poussins et aux intervalles de temps différents.

tableau 12 : taux de persistance des cadavres en juillet et septembre

	Juillet												Septembre																	
	E1			E2			E3			E4			E1		E2		E3		E4											
Persistance (jours)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	1	7	7	1	7	7	2	2	2	2	2	2	6	6	6	6	6	6	2	2	6
Moyenne par saison	6,3												4,0																	
Moyenne total	5,3																													

V.1.3. Correcteur surfacique

En théorie, la surface à prospecter était de 4 hectares sur l'ensemble du parc, soit 1 hectare par éolienne. Les cultures recouvrent 77% de cette surface, le reste étant constitué des plateformes en gravier et des chemins d'accès (23%) (Carte 2). Le pourcentage de la surface réellement prospectée à chaque passage dépendait de la hauteur des cultures.



carte 3 : occupation du sol de la surface à prospecter autour des éoliennes

En moyenne, 68% de la surface totale a pu être prospectée au cours du suivi. Pour toutes les éoliennes, le pourcentage de la surface prospectée a été plus important courant la période août-octobre avec 88% de la surface totale prospectée qu'à la période mai-juillet où seulement 45% de la surface totale a pu être prospectée sur l'ensemble du parc (Tab. 4).

tableau 13 : surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

	Surface moyenne en mai à juillet (%)	Surface moyenne en août à octobre (%)	Surface moyenne sur l'ensemble du suivi (%)
E1	52	100	76
E2	43	89	65
E3	37	94	68
E4	50	69	62
PARC	45	88	68

V.1.4. Mortalité brute

V.1.4.1. Phénologie

Le suivi réalisé entre le 19/05/2020 et le 25/10/2020 a permis la découverte de 2 cadavres d'oiseaux : une Buse variable et un Pigeon ramier (Tab. 5). Aucun cadavre de chauve-souris n'a été retrouvé lors des prospections.

tableau 14 : cadavres relevés sur le parc éolien de Bois d'Olivet

Date	N°	Espèce	Éolienne	Etat du cadavre	Cause présumée de la mort
19/05/2021	1	Buse variable	E4	Frais	Collision
20/08/2021	2	Pigeon ramier	E2	Restes	Collision ou prédation

La Buse variable a été retrouvée en mai au début du suivi mortalité. Le Pigeon ramier a été retrouvé en août (Fig. 3). Les deux cadavres d'oiseaux ont été retrouvés sous les éoliennes E2 et E4 (Carte 3). Aucun cadavre n'a été retrouvé pour les éoliennes E1 et E3.

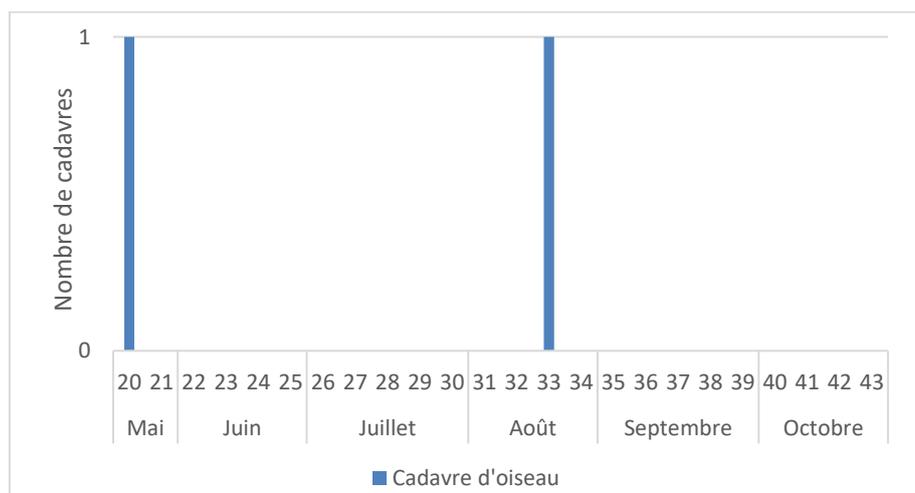


figure 4 : nombre de cadavres recensés par semaine



carte 4 : localisation des cadavres recensés sur le parc de Bois d'Olivet

V.1.5. Estimation de la mortalité

Le tableau suivant présente les résultats du taux de mortalité du parc éolien selon les différentes méthodes utilisées. Les résultats sont exprimés en nombre d'individus tués pour l'ensemble du parc durant les périodes citées. Les données ne suivant pas la loi Normale, des tests non-paramétriques ont été appliqués.

Le taux de mortalité des oiseaux est estimé entre 4 et 6 cadavres (arrondi au supérieur) pour l'ensemble du parc et pour l'ensemble du suivi. Il semble plus élevé pour la période mai à juillet (3 à 5 cadavres) qu'en août-octobre (2 à 3 cadavres) (Tab. 6).

tableau 15 : estimation de la mortalité sur l'ensemble du parc pour les oiseaux

Formule	Mai à Juillet		Août à Octobre		Ensemble du suivi	
	Médiane	IC 95%	Médiane	IC 95%	Médiane	IC 95%
Erickson	2,56	[0 - 10]	1,34	[0 - 6]	3,13	[0 - 10]
Huso	4,16	[0 - 15]	2,19	[0 - 9]	5,28	[0 - 16]
Jones	4,30	[0 - 16]	2,28	[0 - 9]	5,48	[0 - 17]

Les intervalles de confiance permettent de mettre en évidence l'imprécision des estimations. Prenons par exemple l'estimation de la mortalité pour l'ensemble du suivi : alors que les estimations indiquent que la mortalité serait comprise entre 4 et 6 individus, l'intervalle de confiance indique qu'il y a 95 % de chances que le nombre exact soit compris dans l'intervalle de 0 à 17 individus.

Il n'a pas été possible d'estimer la mortalité pour les chiroptères comme aucun cadavre de chauve-souris n'a été retrouvé sur le site lors des prospections.

V.1.6. Biais pris en compte dans l'étude

L'objectif de ce rapport était de quantifier l'impact du parc éolien de Bois d'Olivet sur la faune volante. Pour ce faire, différents biais du protocole ont été pris en compte.

V.1.6.1. Taux de persistance

Le taux de persistance des cadavres sur ce site est relativement faible avec une moyenne de 5,3 jours sur l'ensemble du suivi. En effet, tous les poussins ont disparu au bout d'une semaine. Cette disparition de cadavres peut s'expliquer par la présence des espèces opportunistes sur le site comme les corvidés et le renard.

La persistance des cadavres était plus faible en septembre avec une moyenne de 4 jours contre 6,3 jours en été. Au-delà des facteurs liés à la prédation, la diminution de ce taux peut être liée aux activités anthropiques. En effet, courant le mois de septembre et octobre, une forte activité agricole ainsi qu'une maintenance des plateformes ont été enregistrées. Les passages des engins dans les champs et sur les plateformes pourraient occasionner une disparition des cadavres par écrasement, et notamment ceux des chauves-souris en transition automnale. Il est important de noter qu'une absence d'observation de cadavre de chauve-souris lors des prospections ne signifie pas qu'il n'y en a pas eu.

La persistance entraîne un biais important qui pourrait expliquer qu'une quantité importante de cadavres issus des collisions ne soient pas détectés, ayant disparus avant le passage hebdomadaire de l'observateur. Prendre en compte le taux de persistance permet de mieux estimer la mortalité sur ce site. Il est important de noter que ces taux de persistance peuvent en réalité être encore plus faibles. Augmenter le nombre de passages la semaine suivant le dépôt des poussins permettrait de calculer des taux de persistance plus fiables.

V.1.6.2. La détection de l'observateur

La détection de l'observateur a été testée sur un terrain varié constitué d'un champ labouré, un espace herbacé à végétation plus ou moins rase et de différentes cultures plus ou moins hautes. Cela est bien représentatif des habitats présents sur le site d'étude où les surfaces à prospecter étaient principalement constituées des cultures dont la hauteur variait au cours des prospections.

V.1.6.3. Le correcteur surfacique

Le correcteur surfacique appliqué a permis de prendre en compte le pourcentage de la surface qui a réellement été prospectée par rapport à la surface de prospection théorique. En effet, en cas de hauteur de végétation trop importante ou dense rendant la détection impossible ou peu probable, la surface en question n'a pas été prospectée, le taux de détection étant alors beaucoup moins élevé. Ainsi, seule la plateforme a pu être prospectée avant la moisson pour la plupart des éoliennes. De ce fait, les estimations de la mortalité sont plus fiables pour la période mai à juillet par rapport à la période août à octobre. Une prospection sur un terrain à végétation maintenue courte tout au long de la période d'observation aurait permis une meilleure estimation de la mortalité. Au global, un peu plus de 2/3 de la zone a pu être prospecté en moyenne, ce qui est plutôt représentatif de la zone.

La prise en compte de différents biais a permis d'affiner les estimations des taux de mortalité des oiseaux. Toutefois, au-delà du nombre de cadavres, différentes espèces ne sont pas sensibles aux impacts éoliens de la même manière.

V.1.7. Sensibilité des espèces contactées lors du suivi de mortalité

Différentes espèces d'oiseaux ne présentent pas toutes le même risque de collision avec les pâles. En effet, certaines vont avoir des comportements de vol particuliers (hauteur de vol, vols planés...) ou des périodes d'activité plus risquées (Byrne, 1983 *in* Perrin, 2019). De plus, le risque de collision diffère d'un parc à l'autre en fonction de la topographie du site, des habitats présents et enfin des espèces présentes et de leurs effectifs. Le risque de collision est d'autant plus important dans les zones les plus fréquentées par les oiseaux (Perrin, 2019).

La Buse variable est la quatrième espèce la plus victime de collisions avec les éoliennes en Europe. En effet, 865 cas de collision ont été répertoriés en Europe dont 81 en France (Dürr, 2021). Elle représente la seconde espèce de rapace la plus impactée par les éoliennes en France après le Faucon crécerelle (Gaultier et *al.*, 2019 ; LPO, 2017). La Buse variable est une espèce sédentaire

présente sur l'ensemble du territoire français. Relativement commune, elle est répandue dans les paysages agricoles où elle peut chasser et nicher dans les habitats arborescents. Comme le Faucon crécerelle, mais de façon nettement moins habituelle, elle peut effectuer un vol stationnaire lorsqu'elle chasse. Ce vol peut être à l'origine des collisions recensées, en effet, la Buse variable vole à des altitudes susceptibles d'engendrer un grand nombre de collisions.

Le Pigeon ramier est la neuvième espèce la plus impactée au niveau national selon la synthèse des collisions en France (LPO, 2017). En Europe, 271 cas de collision sont répertoriés dont 33 en France (Dürr, 2021). L'espèce étant très commune, il est considéré comme peu impacté par les éoliennes, ce qui lui vaut une note de 1 sur 5 en niveau de sensibilité à l'éolien en période de reproduction (MTES, 2015). Cette espèce est fréquente dans les paysages cultivés où il se nourrit au sol dans les prairies et les champs. Il niche dans des boisements. Il s'agit d'une espèce chassable en France, dont les prélèvements s'élevaient à environ 4,9 millions d'individus en 2013-2014 (Hervé & Aubry, 2018).

V.1.8. Mise en perspective des résultats

Il est difficile de comparer les résultats avec d'autres études menées à l'échelle de la France ou de la région Centre-Val de Loire. En effet, malgré l'uniformisation progressive des protocoles de suivi, et notamment grâce à la publication du Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MTES, 2018), les synthèses sur la mortalité s'appuient encore sur des études aux protocoles variés, où certains biais (déteabilité, correcteur surfacique, persistance) n'ont pas toujours été pris en compte. De ce fait, les études sont peu comparables les unes par rapport aux autres.

V.1.8.1. Oiseaux

Dans la synthèse sur le *Parc éolien français et son impact sur l'avifaune* (MARX, 2017), les auteurs évoquent un nombre allant de 6,6 à 7,2 oiseaux tués par éolienne et par an (calculée sur huit parcs aux protocoles comparables, et en prenant en compte les oiseaux projetés potentiellement au-delà de 50 m). Au Canada, une étude estime que la mortalité imputable aux éoliennes est de l'ordre de 4,71 oiseaux par éolienne (BIRD STUDIES CANADA et al., 2016).

La mortalité réelle estimée pour le parc de Bois d'Olivet (entre 4 et 6 cadavres pour l'ensemble du suivi) sont plus faibles que les moyennes canadiennes et françaises des documents précédemment cités. En effet, ramenés à une estimation par éolienne, ces valeurs donnent une valeur de 1 à 2 cadavres par éolienne pour les oiseaux pour la période du suivi.

V.1.8.2. Chauves-souris

Dans la synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer (GAULTIER, S.P. et *al.*, 2019), il est évoqué un « taux de mortalité accepté » en Allemagne, variable d'un Länder à l'autre, qui serait compris entre un et deux cadavres de chauve-souris par éolienne et par an (BEHR et *al.*, 2017 in Gaultier et *al.*, 2019). Bien que cette notion sous-tende qu'il serait acceptable que des chauves-souris protégées puissent être détruites dans l'exploitation éolienne, ce chiffre peut servir d'indicateur pour les comparaisons.

Lors des prospections, **aucun cadavre de chiroptères n'a été retrouvé** sur le parc de Bois d'Olivet. C'est pourquoi, les taux de mortalité n'ont pas pu être estimés pour les chauves-souris. Le parc de Bois d'Olivet semble présenter un risque très faible pour les chiroptères et donc le bridage actuel semble remplir sa fonction.

V.2. Suivi d'activité chiroptérologique en nacelle

V.2.1. Phénologie de l'activité

6 771 contacts de chauves-souris ont été enregistré. Six espèces et quatre groupes d'espèces ont été identifiés. La Noctule commune est l'espèce la plus abondant, avec 61% de part d'activité. Elle est suivie par la Pipistrelle commune avec 16% de part d'activité, la Noctule de Leisler avec 15% de part d'activité et la Pipistrelle de Kuhl avec 7 % de part d'activité. Enfin, une partie des contacts n'ont pas pu être attribués avec certitude à une espèce et ont donc été classés dans le groupe des noctules et sérotines.

tableau 16 : nombre de contacts par espèce enregistrés en altitude

Espèces	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total	Pourcentage d'activité
Sérotine commune					1			1	0,01%
Groupe des murins					1			1	0,01%
Noctule de Leisler		104	186	155	556	24		1025	15,14%
Noctule commune	8	97	831	1345	1787	35		4103	60,60%
Groupe des noctules et sérotines		8	1	9	33			51	0,75%
Pipistrelle de Kuhl	10	51	57	19	348	7		492	7,27%
Pipistrelle de Nathusius					13			13	0,19%
Groupe P. de Kuhl/P. de Nathusius					9			9	0,13%
Pipistrelle commune	26	446	110	135	323	17	7	1064	15,71%
Groupe des oreillards			3	1	8			12	0,18%
Nombre de contacts enregistrés	44	706	1188	1664	3079	83	7	6771	100%

Les résultats montrent une saisonnalité assez marquée. Le mois de septembre est celui où l'activité des chiroptères est la plus forte. Les mois de juillet et août ont également enregistré une activité importante. Les mois d'août et septembre correspondent à la fin de la période de mise bas et d'élevage des jeunes et le début de la période de reproduction et de transit automnal.

V.2.2. Activité horaire

La durée du jour et de la nuit variant annuellement, modifiant ainsi l'heure de début d'activité journalière des chauves-souris au cours de leur cycle biologique, il semble nécessaire de convertir les heures réelles de contacts en « heure après le coucher du soleil » afin d'obtenir des résultats cohérents et comparables entre eux. Cette conversion a été réalisée à l'aide d'une éphéméride (<http://ptaff.ca/soleil/>).

L'activité des chiroptères se déroule à plus de 90 % dans les neuf premières heures après le coucher du soleil. Elle est maximale lors de la troisième heure après le coucher du soleil, représentatif des sorties de gîte et de la chasse. L'activité décroît lentement après ce premier pic jusqu'à un plateau vers la huitième heure après le coucher du soleil, correspondant au retour en gîte en fin de nuit. Après le deuxième pic d'activité, plus de 97 % de l'activité est effectuée.

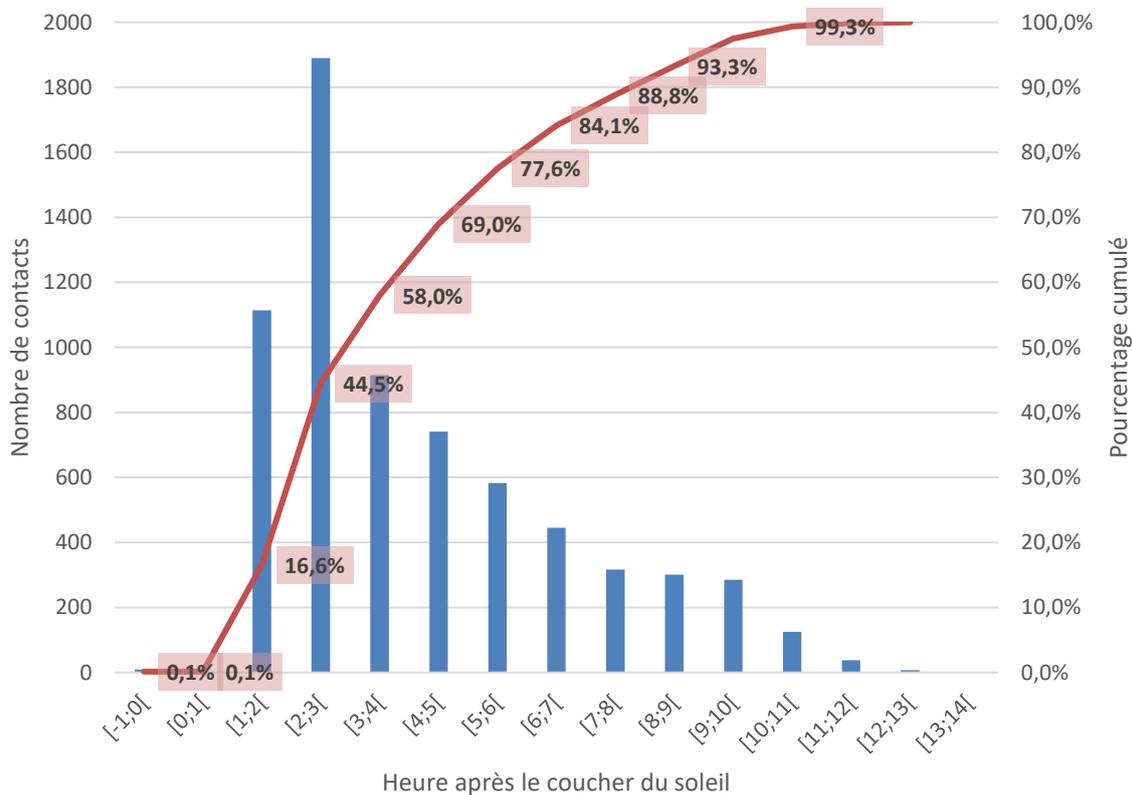


figure 5 : activité horaire des chiroptères en altitude

V.2.3. Corrélation de l'activité avec les vitesses de vent et les températures

Les vitesses de vents et les températures enregistrées ont été mises en relations avec les données chiroptérologiques. Les résultats sont présentés dans les tableaux et graphiques suivants :

tableau 17 : nombre de contacts par mois et par vitesse de vent

Vitesse du vent	Nombre de contacts	Part de contact en fonction du vent	Part de contact cumulé en fonction du vent
0 m.s-1	347	5,17%	5%
1 m.s-1	921	13,73%	19%
2 m.s-1	1970	29,38%	48%
3 m.s-1	1174	17,51%	66%
4 m.s-1	1402	20,91%	87%
5 m.s-1	762	11,36%	98%
6 m.s-1	106	1,58%	100%
7 m.s-1	10	0,15%	100%
8 m.s-1	9	0,13%	100%
9 m.s-1	5	0,07%	100%
Total	6706	100,00%	

L'activité des chiroptères est maximale pour une vitesse de vent entre 2 et 3 m.s⁻¹. Plus de 98 % de l'activité a été enregistrée à des vitesses de vent inférieures ou égales à 6 m.s⁻¹. Les vitesses de vent élevées semblent donc être un facteur limitant de l'activité des chiroptères.

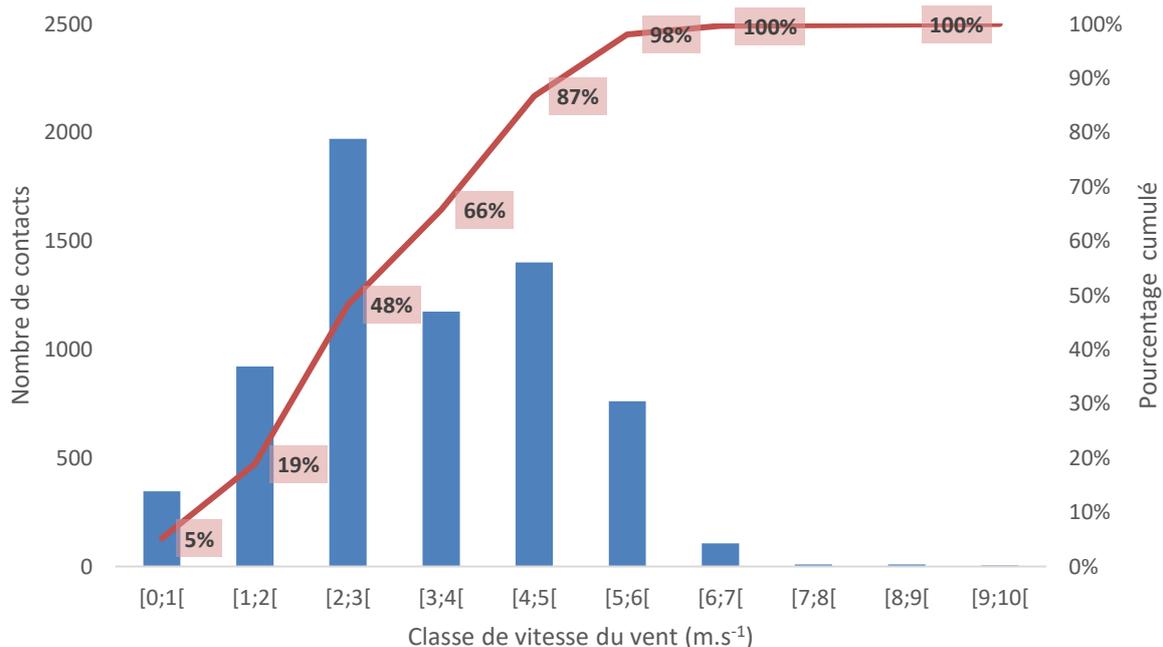


figure 6 : évolution de l'activité en fonction de la vitesse de vent

tableau 18 : nombre de contacts par mois et par température

Température	Nombre de contacts	Part de contact en fonction de la température	Part de contact cumulé en fonction de la température
29°C	11	0,16%	0%
28°C	89	1,33%	1%
27°C	129	1,92%	3%
26°C	194	2,89%	6%
25°C	253	3,77%	10%
24°C	395	5,89%	16%
23°C	493	7,35%	23%
22°C	1102	16,43%	40%
21°C	935	13,94%	54%
20°C	1051	15,67%	69%
19°C	639	9,53%	79%
18°C	559	8,34%	87%
17°C	451	6,73%	94%
16°C	246	3,67%	98%
15°C	62	0,92%	99%
14°C	54	0,81%	99%
13°C	23	0,34%	100%
12°C	6	0,09%	100%
11°C	7	0,10%	100%
10°C	1	0,01%	100%
9°C	4	0,06%	100%
8°C	2	0,03%	100%
Total	6706	100,00%	

87 % de l'activité chiroptérologique a été enregistrée pour des températures supérieures à 18°C et 98 % de l'activité pour des températures supérieurs à 16° C. En-dessous de ce seuil, la fréquentation est plus faible.

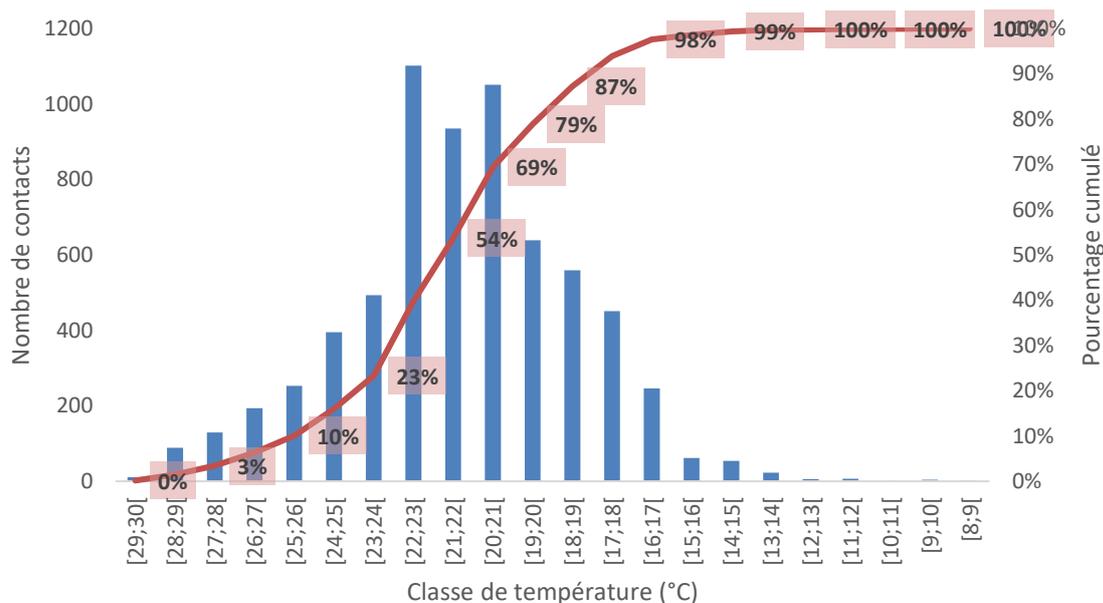


figure 7 : évolution de l'activité en fonction de la température

V.3. Suivi d'activité chiroptérologique au sol

V.3.1. Richesse spécifique

15 espèces ont été inventoriées sur le site d'étude, sur les 25 espèces connues ou potentielles en région Centre Val de Loire (données issues de la liste rouges des chauves-souris de la région Centre Val de Loire (2012)). La richesse spécifique du site est donc moyenne à l'échelle de la région car moins de 75 % des espèces régionales fréquentent le site.

V.3.2. Enjeux de conservation des espèces

Tableau 19 : Statut de conservation des espèces présentes sur la zone d'étude

Nom scientifique	Directive Habitats	Listes rouges		Enjeu de conservation
		Régionale	France	
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>	An. II & IV	NT	LC	Modéré
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	An. IV	LC	NT	Modéré
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	An. II & IV	LC	LC	Modéré
Murin à oreilles échancrées <i>Myotis emarginatus</i>	An. II & IV	LC	LC	Modéré
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i>	An. IV	LC	LC	Faible
Murin à moustaches <i>Myotis mystacinus</i>	An. IV	NT	LC	Modéré
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	An. IV	NT	VU	Fort
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	An. IV	NT	NT	Modéré
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	An. IV	LC	LC	Faible
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	An. IV	NT	NT	Modéré
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	An. IV	LC	NT	Modéré
Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>	An. IV	DD	LC	Faible
Oreillard gris <i>Plecotus austriacus</i>	An. IV	LC	LC	Faible

Rhinolophe euryale <i>Rhinolophus euryale</i>	An. II & IV	VU	LC	Fort
Petit Rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i>	An. II & IV	NT	LC	Modéré

Légende : Protection nationale : 2 : article 2 – protection intégrale des individus et protection des sites de reproduction et des aires de repos

Directive « Habitats » : An. II : annexe II, An. IV : annexe VI

Liste rouge France : VU : vulnérable ; NT : quasi menacé ; DD : données insuffisantes ; LC : préoccupation mineure ; NA : non applicable.

Parmi les espèces inventoriées sur le site, 2 possèdent une patrimonialité forte du fait de leur classement vulnérable (VU) sur la liste rouge régionale ou nationale : la Noctule commune et le Rhinolophe euryale. La Barbastelle d'Europe, la Sérotine commune, le Grand Murin, le Murin à oreilles échancrées, le Murin à moustaches, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Nathusius et le petit Rhinolophe possèdent une patrimonialité modérée du fait de leur inscription à l'annexe II de la directive « Habitats » et/ou de leur classement quasi-menacé (NT) sur la liste rouge régionale ou nationale. Les autres espèces présentes ont une patrimonialité faible.

V.3.3. Abondance des espèces

La figure 8 et la figure 9 représentent la répartition des contacts par espèce, tous points d'écoute confondus. Pour plus de lisibilité, les espèces sont séparées en deux groupes : d'une part, celles avec une activité supérieure à 4 %, et d'autre part celles avec une activité inférieure à 4 %.

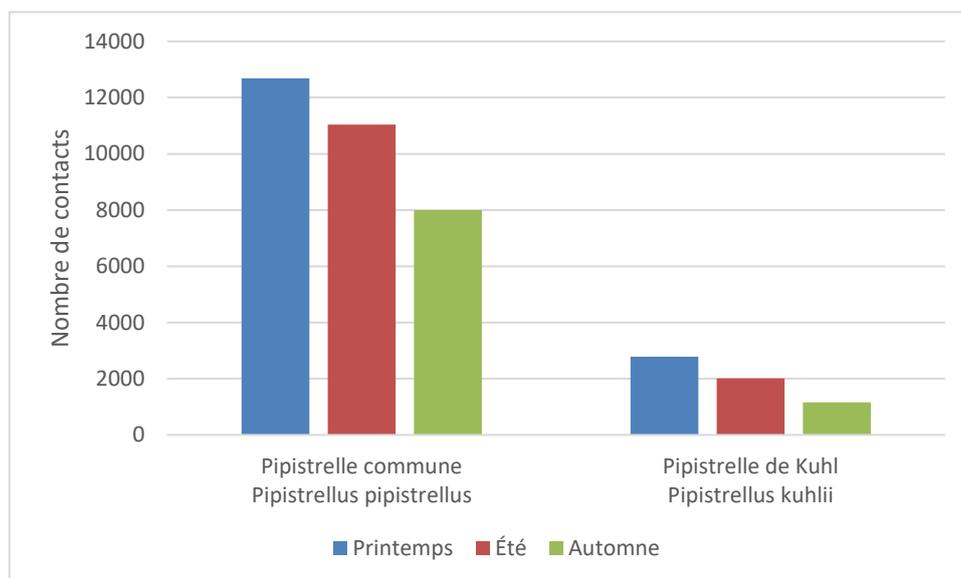


figure 8 : nombre de contacts par espèce, tous points d'écoute passif confondus (nombre de contacts supérieur à 4 % de la part d'activité - données après application du coefficient de détectabilité)

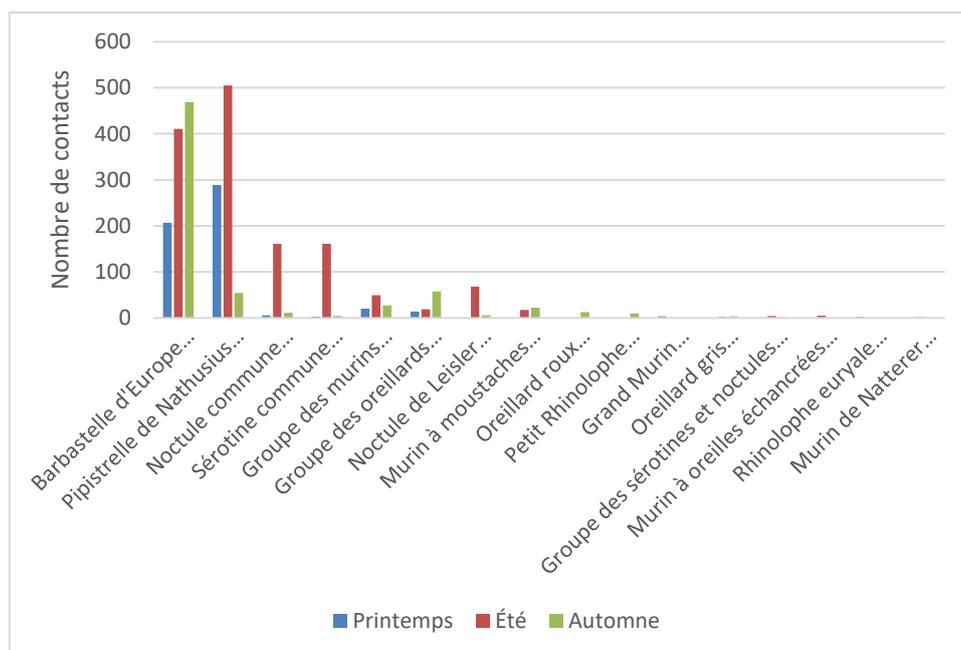


figure 9 : nombre de contacts par espèce, tous points d'écoute passif confondus (nombre de contacts inférieur à 4 % de la part d'activité - données après application du coefficient de détectabilité)

Le peuplement chiroptérologique est dominé par la Pipistrelle commune qui cumule 78,7 % de l'activité (31 723 contacts). La Pipistrelle de Kuhl est la deuxième espèce la plus contactée avec 14,7 % de l'activité (5 946 contacts), suivi de la Barbastelle d'Europe avec 2,7 % (1087 contacts) et de la Pipistrelle de Nathusius avec 2,1 % (848 contacts). Les autres espèces représente moins de 2 % de l'activité globale.

Trois espèces migratrices ont été observées : la Noctule commune (observée majoritairement en été), la Noctule de Leisler (observée majoritairement en été) et la Pipistrelle de Nathusius (observée majoritairement en été). Aucun fort épisode de transit local ou migratoire n'a permis de mettre en évidence un couloir de migration.

tableau 20 : nombre de contacts total par saison pour chaque espèce, après correction par le coefficient de détectabilité (écoutes passives)

Nom commun Nom scientifique	Printemps	Été	Automne	Total de contacts	Part de l'activité (%)
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	12683	11043	7997	31723	78,71%
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	2785	2006	1155	5946	14,75%
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>	207,08	410,82	469,27	1087,17	2,70%
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	289	505	54	848	2,10%

Noctule commune Nyctalus noctula	6	161,25	11	178,25	0,44%
Sérotine commune Eptesicus serotinus	3,15	161,28	4,41	168,84	0,42%
Groupe des murins Myotis sp.	20,4	49,3	27,2	96,9	0,24%
Groupe des oreillards Plecotus sp.	13,75	18,75	57,5	90	0,22%
Noctule de Leisler Nyctalus leisleri	0,93	68,51	5,58	75,02	0,19%
Murin à moustaches Myotis mystacinus	0	17,5	22,5	40	0,10%
Oreillard roux Plecotus auritus	0	0	12,5	12,5	0,03%
Petit Rhinolophe Rhinolophus hipposideros	0	0	10	10	0,02%
Grand Murin Myotis myotis	3,75	1,25	1,25	6,25	0,02%
Oreillard gris Plecotus austriacus	0	2,5	3,75	6,25	0,02%
Groupe des sérotines et noctules Eptesicus sp. / Nyctalus leisleri	0	4,7	1,41	6,11	0,02%
Murin à oreilles échancrées Myotis emarginatus	0	5	0	5	0,01%
Rhinolophe euryale Rhinolophus euryale	2,5	0	0	2,5	0,01%
Murin de Natterer Myotis nattereri	0	1,67	0	1,67	0,00%
Total	16014,56	14456,53	9832,37	40303,46	100,00%

La zone d'étude est globalement plus fréquentée en période printanière et estivale. Ce constat s'observe chez la plupart des espèces fréquentant régulièrement la zone d'étude. Seuls la Barbastelle d'Europe, les oreillards et le Murin à moustaches ont été contactés principalement en automne.

V.3.4. Résultats des points d'écoute passive et détermination de la fonctionnalité des milieux

V.3.4.1. Fréquentation globale et saisonnière

À la clôture des investigations de terrain, un total de 40 303 contacts de Chiroptères a été enregistré, soit 16 014 au printemps pour trois nuits de prospections, 14 456 en été pour trois nuits et 9 832 en automne pour trois nuits.

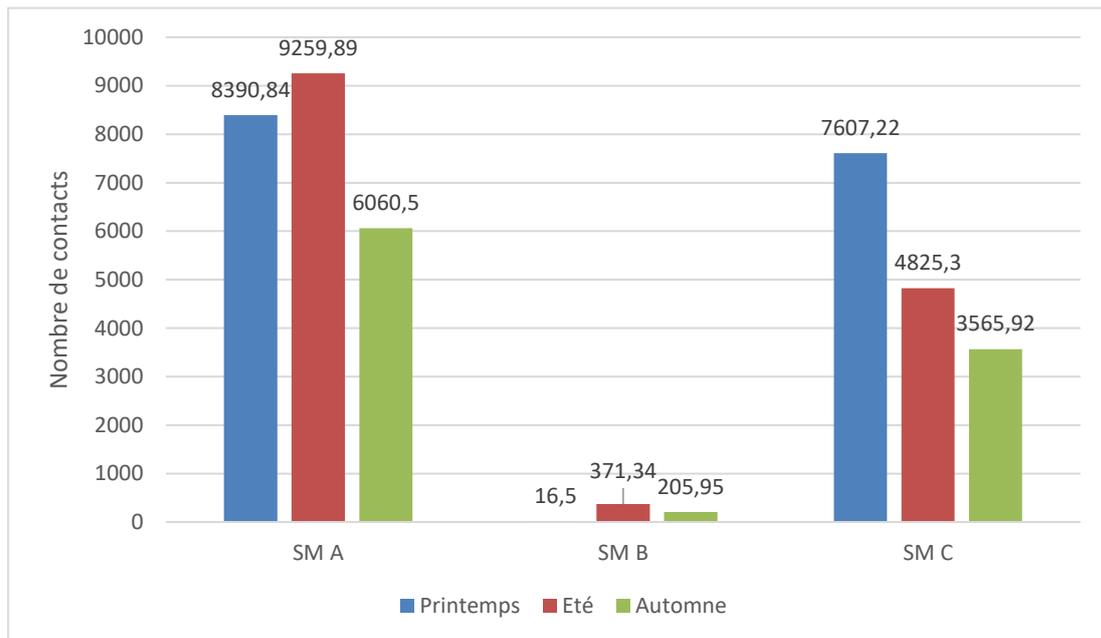


figure 10 : répartition du nombre de contacts par saison par point d'écoute passive

La fréquentation globale est forte, le point SM A en haie est le point regroupant l'activité chiroptérologique la plus forte, suivi par le point SM C en haie. Le point SM B en culture présente quant à lui une fréquentation faible.

V.3.4.2. Activité par habitat : Haie, SM A et SM C

tableau 21 : activités moyennes pour les cultures (SM A, SM C) durant le cycle complet et par saison

Détecteur	Nombre contacts	Richesse spécifique	Nombre de contacts		
			Printemps	Été	Automne
SM-A	23711,23	11	8390,84	9259,89	6061
SM-C	26585,9	12	7607,22	4825,3	3566

Les haies échantillonnées sur la ZIP montrent une fréquentation globalement forte. La richesse

spécifique observée dans cet habitat est forte puisque 15 espèces au minimum ont été observées sur l'ensemble des prospections. L'activité saisonnière est maximale en période de transit printanier.

🦇 Évaluation semi-quantitative de l'activité enregistrée au sol pour le point SM A

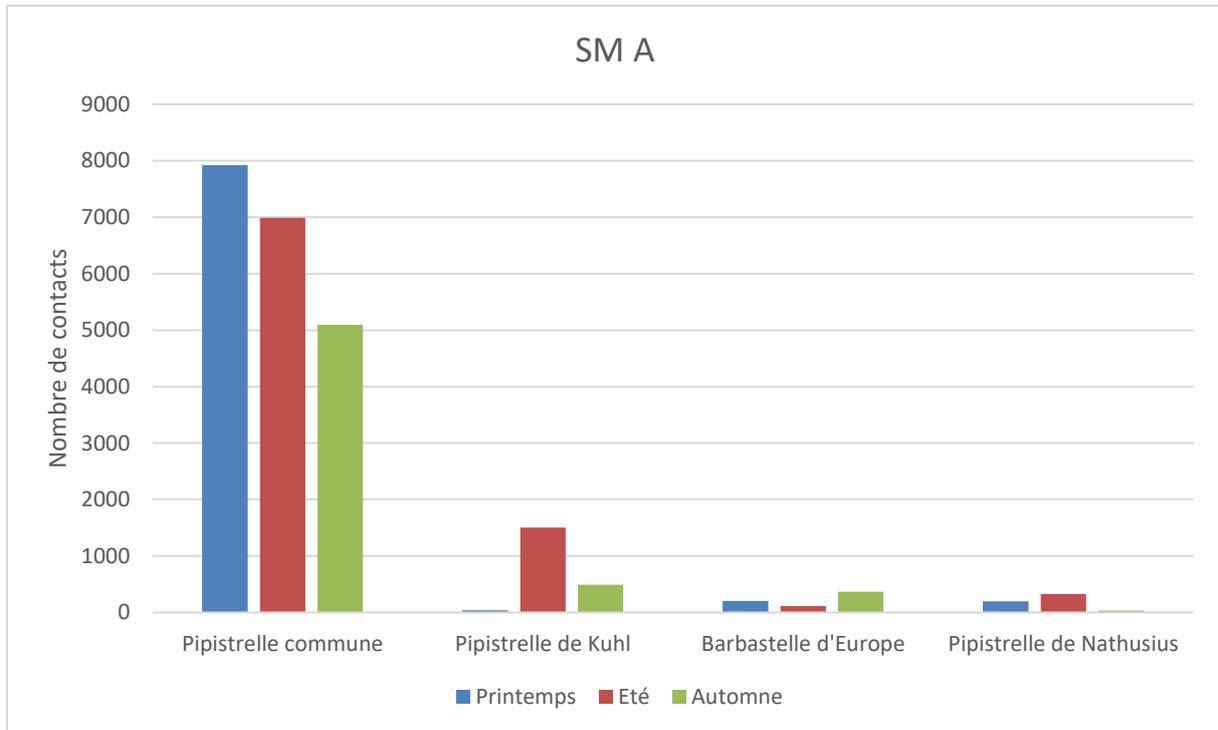


figure 11 : activité par espèce (nombre de contacts) et par saison pour le point SM A (activité $\geq 1\%$)

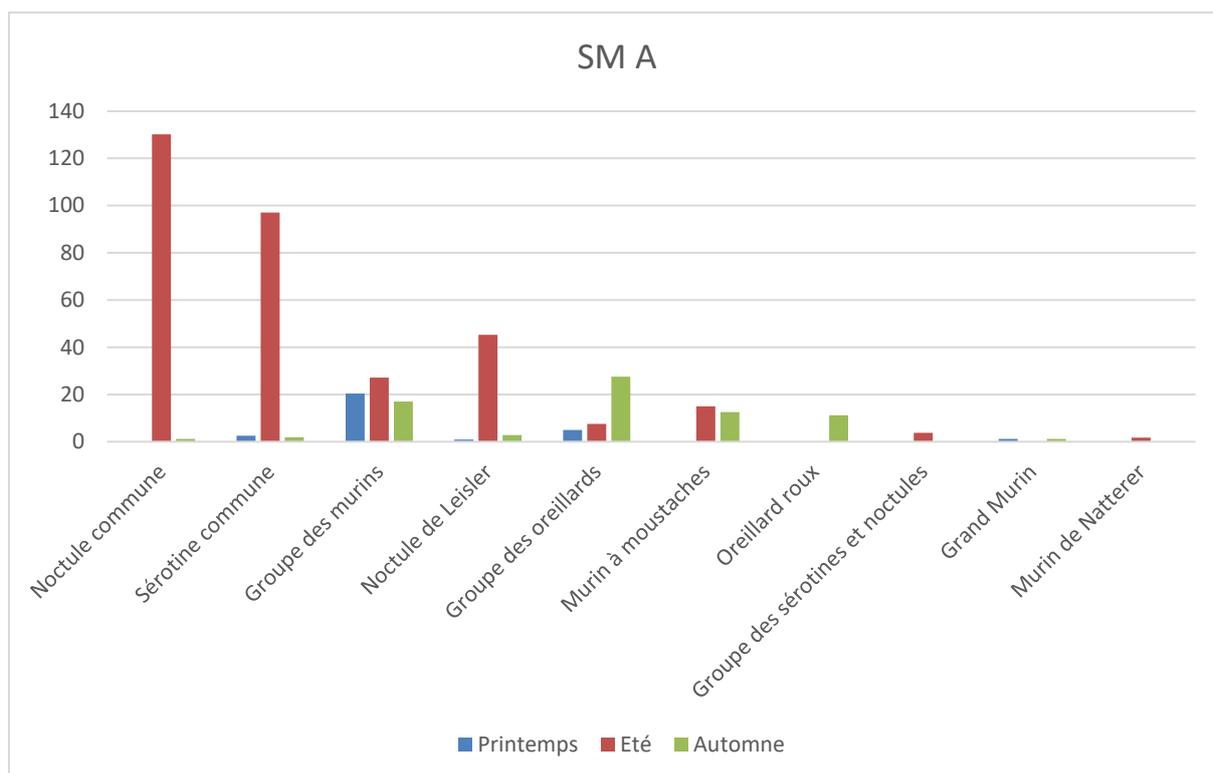


figure 12 : activité par espèce (nombre de contacts) et par saison pour le point SM A (activité $\leq 1\%$)

L'espèce la plus abondante sur le point SM A est la Pipistrelle commune (84 % de l'activité, 20 003 contacts), elle présente une activité forte. Trois autres espèces montrent des niveaux d'activité fort, la Barbastelle d'Europe (688 contacts), la Pipistrelle de Kuhl (2 032 contacts) et la Noctule commune (131 contacts). La Sérotine commune, le groupe des murins, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Nathusius et le groupe des oreillardés ont des activités modérées sur l'année sur ce point. Les autres espèces échantillonnées sur ce point ont des activités faibles. Seul la Pipistrelle commune montre un pic d'activité en période printanière, la majorité des espèces présentent un pic d'activité durant la période estivale.

🦇 Évaluation semi-quantitative de l'activité enregistrée au sol pour le point SM C

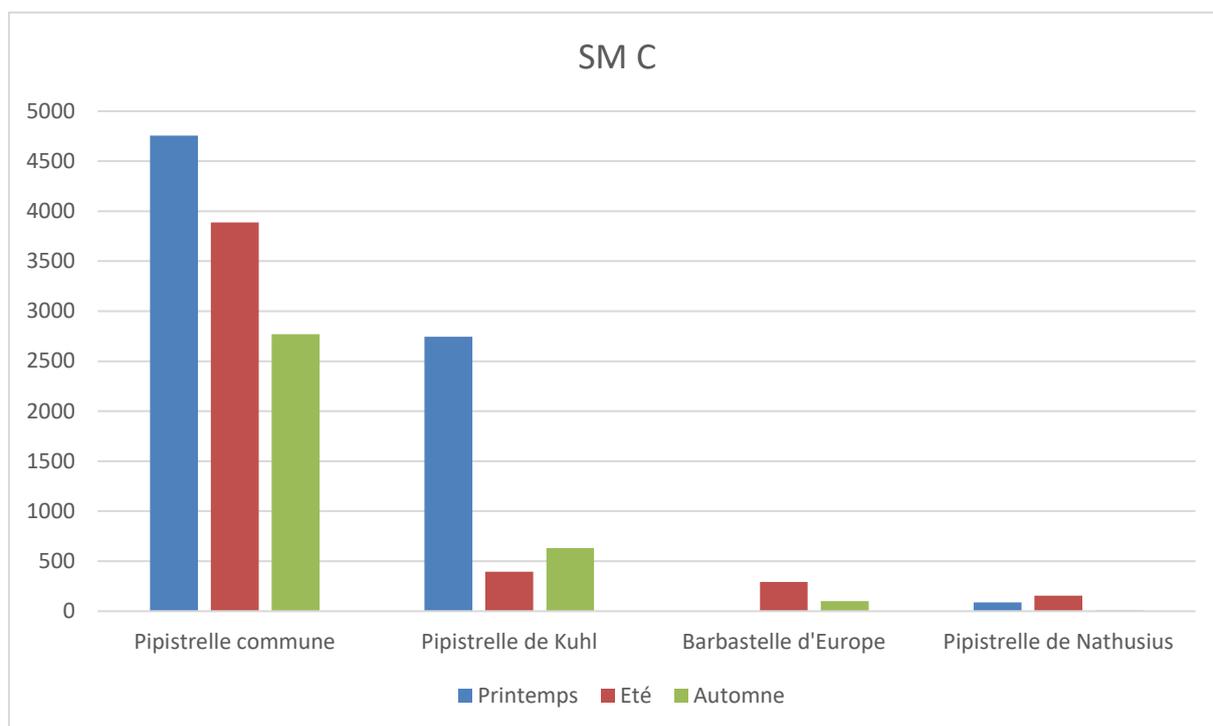


figure 13 : activité par espèce (nombre de contacts) et par saison pour le point SM C (activité ≥ 1 %)

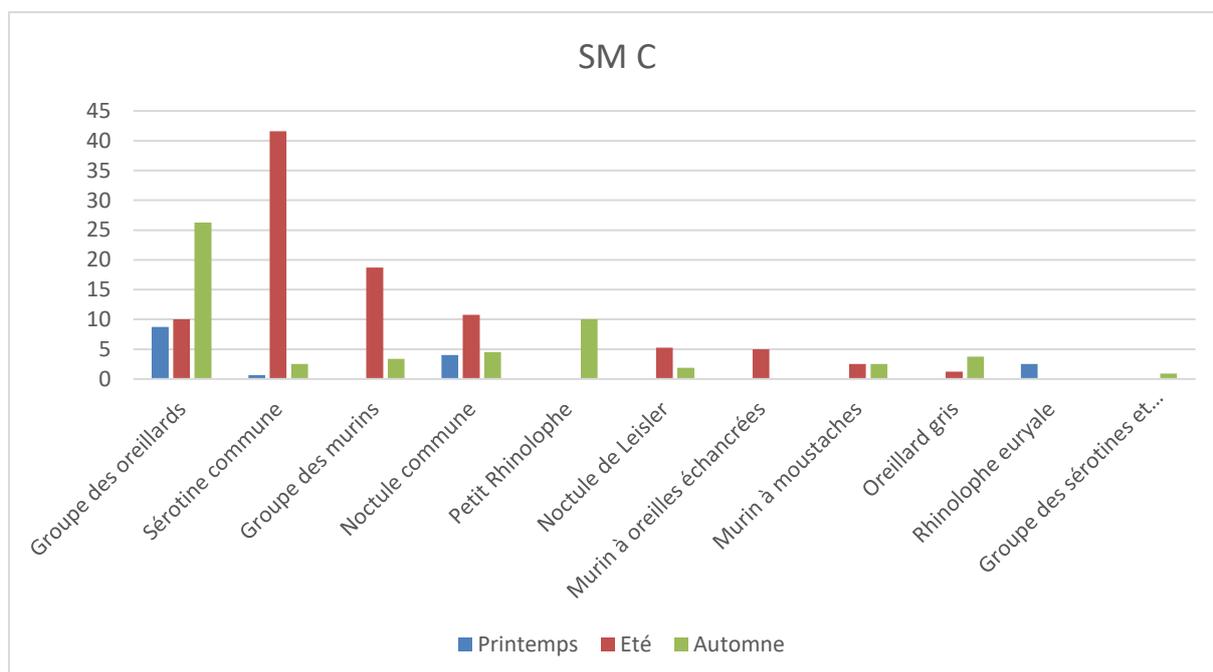


figure 14 : activité par espèce (nombre de contacts) et par saison pour le point SM C (activité ≤ 1 %)

La Pipistrelle commune est l'espèce la plus abondante et présente une activité forte sur ce point avec 11 412 contacts (71,3 % de l'activité). La Barbastelle d'Europe et la Pipistrelle de Kuhl présentent aussi des niveaux d'activité globalement fort avec respectivement 395 et 3 771 contact enregistré sur la période d'échantillonnage.

La Sérotine commune, la Noctule commune, la Pipistrelle de Nathusius et le groupe des oreillards oreillard ont de niveaux d'activité modéré sur l'année. Les autres espèces contactées sur ce point ont des niveaux d'activité faible.

✚ Fonctionnalité des haies pour les chiroptères

Les Haies présentes sur la zone d'études sont majoritairement composées de vieux arbres sénescents ou de nombreuses cavités sont présentes. Cette caractéristique fait des haies présentes sur le site des milieux très favorables à la présence de chiroptères, que cela soit en chasse, en transit, ou même en gîte estivale. Ce milieu regroupe toutes les espèces qui ont pu être contactées durant l'échantillonnage et montrent des activités fortes de plusieurs espèces dont la Barbastelle d'Europe, la Noctule commune ou encore la Pipistrelle commune. De nombreuses séquences de chasse ont été enregistrées sur cet habitat en faisant une zone de chasse importante à l'échelle de la zone d'étude.

Cet habitat est donc noté comme ayant un enjeu fort pour la conservation des chiroptères locaux.

V.3.4.3. Activité par habitat : Culture, SM B

tableau 22 : activités moyennes pour les cultures (SM A, SM C) durant le cycle complet et par saison

Détecteur	Nombre contacts	Richesse spécifique	Nombre de contacts		
			Printemps	Été	Automne
SM-B	539,79	11	16,5	371,3	206

Les haies échantillonnées sur la ZIP montrent une fréquentation globalement forte. La richesse spécifique observée dans cet habitat est forte puisque 15 espèces au minimum ont été observées sur l'ensemble des prospections. L'activité saisonnière est maximale en période de transit printanier.

✚ Évaluation semi-quantitative de l'activité enregistrée au sol pour le point SM B

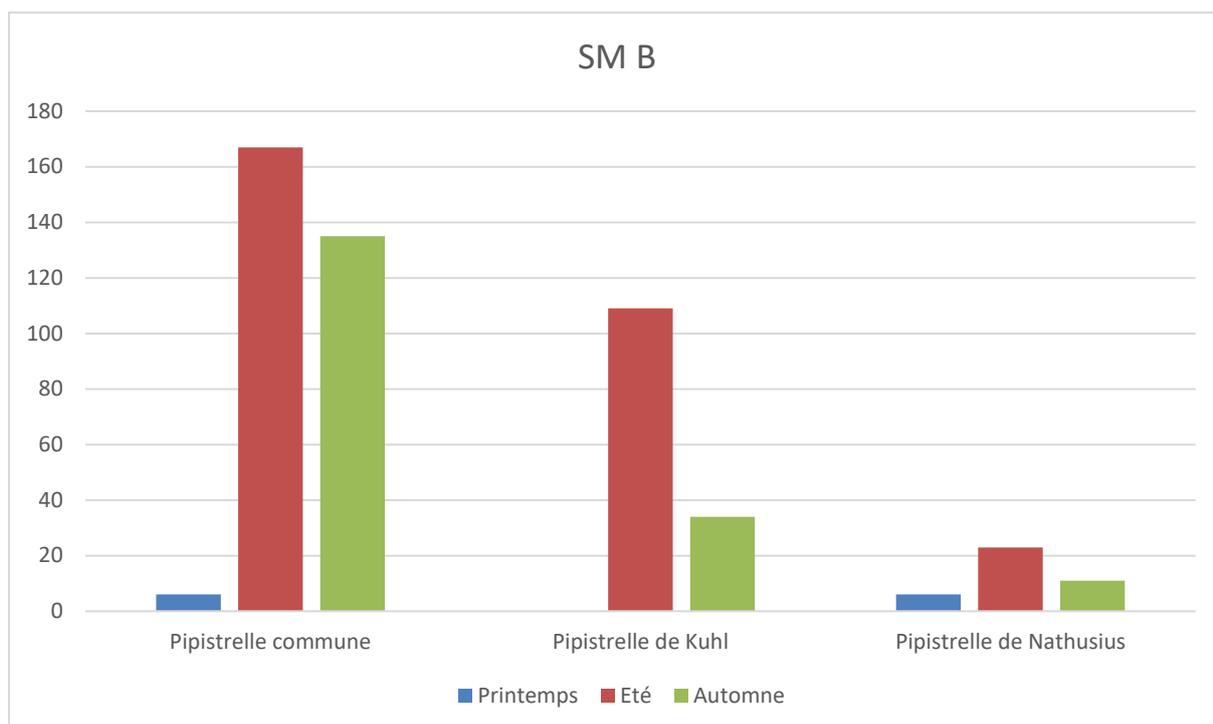


figure 15 : activité par espèce (nombre de contacts) et par saison pour le point SM B (activité $\geq 5\%$)

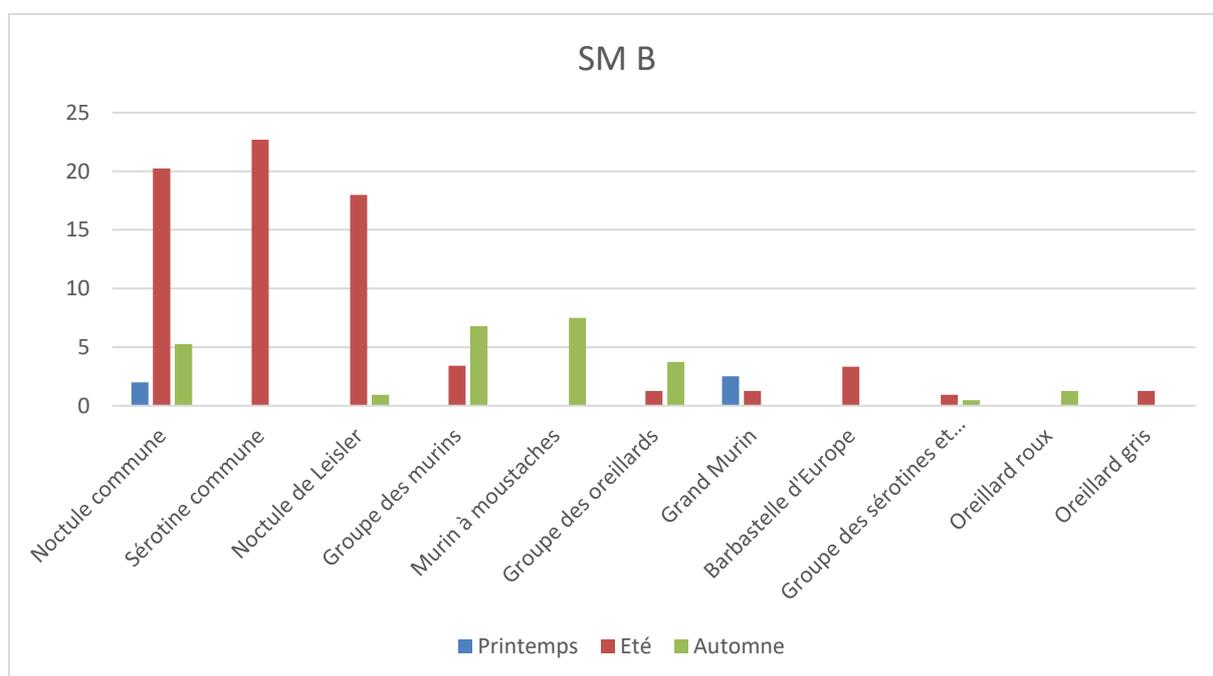


figure 16 : activité par espèce (nombre de contacts) et par saison pour le point SM B (activité $\leq 5\%$)

La culture (SM B) est dominée par la présence des Pipistrelles avec la Pipistrelle commune (308 contacts, 51,9 % de l'activité), la Pipistrelle de Kuhl (143 contacts, 24,08 % de l'activité) et la Pipistrelle de Nathusius (40 contacts, 6,7 % de l'activité). Les niveaux d'activité globale sur ce point sont

modérés à faible, avec les Noctules communes et les Noctules de Leisler montrant une activité globalement modérée (ponctuellement forte en été pour la Noctule commune). Les restes des espèces présentent une activité globalement faible

Fonctionnalité des cultures pour les chiroptères

Les cultures présentes sur la zone d'études sont généralement des cultures intensives de blé ou colza apparaissant peu favorable pour les chiroptères. Elles occupent la majorité de la zone d'étude. En l'absence de réseaux de corridors écologiques les cultures restent utilisées par les chiroptères pour se déplacer vers les zones de chasse, la majorité des séquences enregistrées sont des émissions indiquant du transit. On y retrouve aussi des espèces spécialistes des milieux ouverts comme les noctules qui montrent des niveaux d'activité ponctuellement modéré à fort en période estivale.

Cet habitat est donc noté comme ayant un enjeu faible pour la conservation des chiroptères locaux en période printanière et automnale et modéré en période estivale.

V.3.5. Résultats des points d'écoute active

Il est à préciser que les aspects semi-quantitatifs de ces écoutes ne peuvent être agrégés à ceux issus des écoutes avec SM4, du fait de modes opératoires différents.

Chaque point d'écoute ayant une durée de 20 minutes, le nombre de contacts enregistrés, après correction par le coefficient de détectabilité propre à chaque espèce, est multiplié par trois pour obtenir une activité par heure. Le tableau suivant montre le nombre de contacts/heure par saison pour chaque point d'écoute active.

Rappel des habitats prospectés : EMT 1 : buisson, EMT 2 : culture EMT 3 : haie

Les six espèces contactées durant les prospections actives ont toutes été contactées pendant les écoutes passives. Comme pour les écoutes actives on retrouve un cortège d'espèces dominé par les Pipistrelles et notamment par la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl.

tableau 23 : Nombre de contacts/heures pour les écoutes actives

Espèce	Printemps	Eté	Automne	Total	Part d'activité
Pipistrelle commune	180	408	216	804	67,5%

Pipistrelle de Kuhl	15	102	78	195	16,4%
Pipistrelle de Nathusius	9	54	30	93	7,8%
Noctule commune	12	24	39	75	6,3%
Sérotine commune	0	18	0	18	1,5%
Oreillard gris	6	0	0	6	0,5%
Total	222	606	363	1191	100,0%

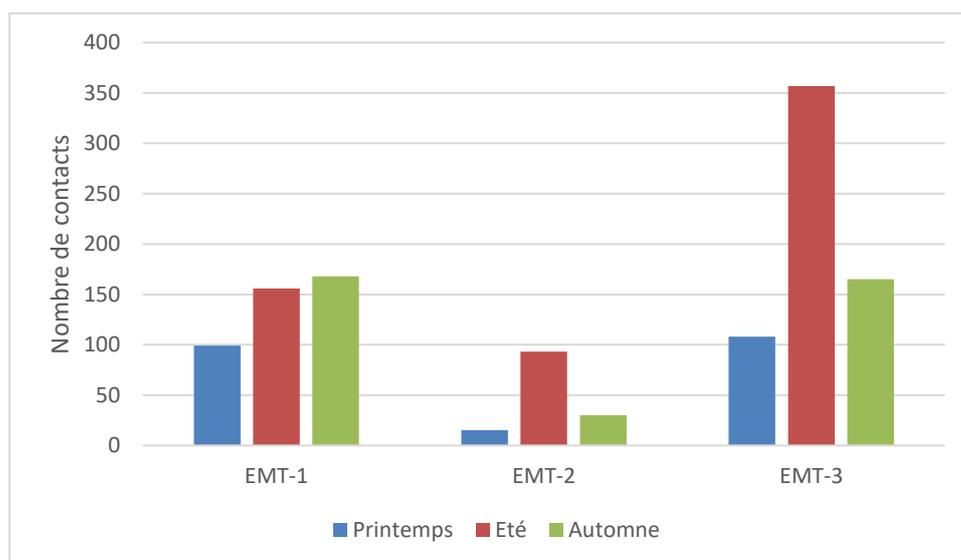


figure 17 : activité par point d'écoute (nombre de contacts) et par saison

Les cultures, ont été échantillonnées par le point EMT 2 montre une activité relativement plus forte en été mais reste globalement faible. Le point EMT 1 et 3 qui échantillonne des milieux boisés montrent des niveaux d'activité plus forts qu'en culture. Les cultures apparaissent comme les milieux les moins favorables de la zone d'étude, ce résultat corrobore ce qui a été mis en évidence avec les écoutes actives.



VI. CONCLUSION

VI.1. Suivi de mortalité

Le suivi mis en place entre mai et octobre 2021 a permis d'estimer une mortalité comprise entre quatre et six cadavres d'oiseaux pour l'ensemble du suivi, soit un à deux individus par éolienne. Ce taux de mortalité est inférieur à la moyenne et ne semble pas remettre en cause le cycle biologique de l'espèce identifiée.

Aucun cadavre de chiroptère n'a été retrouvé sur le site. Le parc de Bois d'Olivet semble donc présenter un risque très faible pour la faune volante.

Le bridage actuel semble adapté aux enjeux environnementaux présents sur le site et ne nécessite donc pas de modifications particulières.

VI.2. Activité chiroptérologique en altitude

Avec un peu plus de 6 771 contacts enregistrés au cours du suivi, l'activité des chiroptères en altitude semble relativement importante.

La composition du cortège d'espèces de chiroptères identifiées lors des enregistrements en continu en nacelle apparaît dominé par la Noctule commune, la Pipistrelle commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Kuhl.

Les résultats montrent une saisonnalité assez marquée avec un mois de septembre où l'activité des chiroptères est la plus forte, mais également aux mois de juillet et août avec une activité importante. Ces mois correspondent à la période de mise bas et d'élevage des jeunes et le début de la période de reproduction et de transit automnal.

La phénologie de l'activité est liée à la présence d'un pic à deux heures après le coucher du soleil

(départ vers les zones de chasse) et d'un plateau à la huitième heure après le coucher du soleil (chasse et retour au gîte).

Plus de 90 % de l'activité est enregistrés dans les neuf premières heures après le coucher du soleil. En ce qui concerne les corrélations de l'activité chiroptérologique avec la vitesse de vent, les résultats de 2021 montrent que l'activité des chiroptères est maximale pour une vitesse de vent de 2 à 3 m.s⁻¹ et que plus de 98 % de l'activité a été enregistrée à des vitesses de vent inférieures ou égales à 6 m.s⁻¹. Plus de 98 % de l'activité chiroptérologique a été enregistrée pour des températures supérieures à 16°C.

VI.3. Activité chiroptérologique au sol

Avec 40 303 contacts (pondéré par le coefficient de détectabilité) et quinze espèces identifier le site éolien de bois d'olivier présente une diversité modéré à l'échelle du département. Plusieurs espèces avec un statut de conservation fort ont été contacté a savoir la Noctule commune, bien présente sur l'ensemble de la zone d'étude, et le Rhinolophe euryale contacté une seule fois indiquant une présence erratique.

Les haies de la zone d'études apparaissent comme étant très favorable pour les chiroptères que cela soit comme zone de chasse ou de transit ou encore comme gîte de part les nombreuses cavités constaté dans les arbres. Les cultures quant à elles sont globalement moins favorable pour les chauves-souris et sont majoritairement utilisé pour du transit et occasionnellement pour de la chasse.

VI.4. Recommandations pour le bridage

A ce jour, le parc de Bois d'Olivet dispose d'une mesure de bridage qui est adapté aux enjeux environnementaux du site. Ce bridage doit être maintenu.

Ainsi, les 4 éoliennes du parc doivent être bridées :

- du 1^{er} aout au 31 octobre ;
- pour une température supérieure ou égale à 10°C ;
- du coucher au lever de soleil ;
- pour une vitesse de vent inférieure ou égale à 6 m.s⁻¹.

Aucun suivi supplémentaire n'est nécessaire sur le parc de Bois d'Olivet.



VII. BIBLIOGRAPHIE

- BEHR O., BRINKMANN R., HOCHRADEL K., MAGES J., KORNER-NIEVERGELT F., NIERMANN I., REICH M., SIMON R., WEBER N. & NAGY M., 2017. Mitigating Bat Mortality with Turbine-Specific Curtailment Algorithms: A Model Based Approach. In KÖPPEL J. (Ed.). *Wind Energy and Wildlife Interactions*. : 135–160. Springer International Publishing, Cham.
- BESNARD & BERNARD, 2017. *Deux applications web en libre accès pour calibrer et évaluer la pertinence des suivis de mortalités sous les éoliennes*. Presented at the Séminaire Eolien et Biodiversité, Artigues-près-Bordeaux
- BIRD STUDIES CANADA, CANADIAN WIND ENERGY ASSOCIATION, ENVIRONMENT CANADA, & ONTARIO MINISTRY OF NATURAL RESOURCES, 2016. *Wind Energy Bird and Bat Monitoring Database - Summary of the Findings from Post-Construction Monitoring Reports*. 47 p.
- DÜRR T., 2021a. *Fledermausverluste an Windenergieanlagen / Bat Fatalities at Windturbines in Europe - Daten Aus Der Zentralen Fundkartei Der Staatlichen Vogelschutzwarte Im Landesamt Für Umwelt Brandenburg*.
- DÜRR T., 2021b. *Vogelverluste an Windenergieanlagen / Bird Fatalities at Windturbines in Europe - Daten Aus Der Zentralen Fundkartei Der Staatlichen Vogelschutzwarte Im Landesamt Für Umwelt Brandenburg*.
- ERICKSON W., STRICKLAND D., JOHNSON G. & KERN W., 1998. Examples of Statistical Methods to Assess Risk of Impacts to Birds from Wind Plants. *National Avian, Wind Power Plan-ning Meeting III*, San Diego, California : 172–182
- GAULTIER, S.P., MARX, G., & ROUX, D., 2019. *Eoliennes et Biodiversité : Synthèse Des Connaissances Sur Les Impacts et Les Moyens de Les Atténuer*. Office national de la chasse et de la faune sauvage / LPO. 120 p.
- HUSO M.M.P., 2011. An Estimator of Wildlife Fatality from Observed Carcasses. *Environmetrics*, 22 : 318–329
- JONES G., COOPER-BOHANNON R., BARLOW K. & PARSONS K., 2009. Determining the Potential Ecological Impact of Wind Turbines on Bat Population in Britain. *Scoping and method development report.*, Bat conservation Trust : 150 pp
- MARX G., 2017. *Le Parc Éolien Français et Ses Impacts Sur l'avifaune. Étude Des Suivis de Mortalités Réalisés En France de 1997 à 2015*.
- MTES, 2015. *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres*. Ministère de la transition

écologique et solidaire. 47 p.

MTES, 2018. *Protocole de Suivi Environnemental Des Parcs Éoliens Terrestres - Révision 2018*. 20 p.

RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., KARAPANDŽA B., KOVAČ D., KERVYN T., DEKKER J., KEPEL A., BACH P., COLLINS J., HARBUSCH C., PARK K., MICEVSKI B. & MINDERMAN J., 2015. Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects - Revision 2014. *EUROBATS*, (6) : 133

Annexe 1 : fiche de suivi de mortalité pour l'avifaune (MTES, 2015)

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE OISEAUX			
Nom du parc éolien :			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
Localisation : Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : Longitude : Numéro de l'éolienne la plus proche : Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) :			
			
N° de photos :			
Description et identification :			
Taille de l'oiseau (ailes déployées) :			
Particularités (couleur, forme quelconque) :			
Identification (famille, espèce si possible) :			
Etat de l'individu :			
<input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment			
Etat du cadavre :			
<input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :			
COMMENTAIRES :			

Annexe 2 : fiche de suivi de mortalité pour les chiroptères (MTES, 2015)

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien :			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
Localisation :			
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte			
Latitude :			
Longitude :			
Numéro de l'éolienne la plus proche :			
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) :			
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche :			
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) :			
			
N° de photos :			
Description et identification :			
Taille de la chauve-souris (ailes déployées) :			
Particularités (couleur, forme quelconque) :			
Identification (famille, espèce si possible) :			
Etat de l'individu :			
<input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment			
<input type="checkbox"/> Blessure apparente <input type="checkbox"/> Sans blessure visible			
Etat du cadavre :			
<input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...) :			
COMMENTAIRES :			