



Parc éolien du Moulin de Feugères

Etude Chiroptères compléments



Juillet 2021 + Compléments avril 2022



ZEPHYR
Energies Renouvelables Sarl

17 Allée des Mûriers
37550 Saint-Avertin



Suivi de l'activité des chiroptères

**Parc éolien du Moulin de Pierre
(Le Gault-Saint-Denis, 28)**

Saison 2021

V2 du 16 février 2022



Les Snats

Bureau d'études faune flore

Siège social : 17 rue des Renaudins – 17350 Taillebourg - tél. : 05.46.90.20.13.

E-Mail : les-snats@wanadoo.fr - Internet : <http://www.les-snats.com>

SOMMAIRE

TABLES DES CARTES :	2
TABLES DES FIGURES :	3
TABLE DES TABLEAUX :	3
TABLE DES PHOTOS :	4
INTRODUCTION : RAPPEL DES OBJECTIFS	5
I- SUIVI DE L'ACTIVITÉ DES CHIROPTÈRES	6
A- MÉTHODES	6
1- Dispositif de suivi	6
2- Matériel utilisé	6
3- Traitements des données acoustiques	7
4- Limites de la méthode et problèmes rencontrés	8
B- RÉSULTATS	8
1- Analyse de l'activité	8
1.1- Activité globale :	8
1.2- Analyse du peuplement :	10
1.3- Analyse saisonnière de l'activité :	13
1.4- Analyse journalière de l'activité :	15
1.5- Analyse de l'activité horaire :	16
1.6- Analyse de l'activité en fonction de la température :	18
1.7- Analyse de l'activité en fonction de la vitesse du vent :	19
1.8- Conclusion sur le suivi au niveau des éoliennes E5 et E11 :	20
2- Résultats par espèces	21
III- CONCLUSION GENERALE	25
BIBLIOGRAPHIE CITÉE OU CONSULTÉE	26

Photo de couverture : parc éolien du Moulin de Pierre

Analyse des données acoustiques : Loup Carrière

Rédaction : Loup Carrière

TABLES DES CARTES :

Carte 1 : localisation du parc éolien du Moulin de Pierre et numérotation des éoliennes sur fond IGN 1/25000 et orthophotographie (source des fonds : Géoportail) 5

TABLES DES FIGURES :

Figure 1 (à gauche) : principe de l'installation du batcorder dans la nacelle (source : www.wildcare.eu)	7
Figure 2 : exemple de spectrogramme rapporté à une Pipistrelle du groupe kuhl/nathusius (MP05_bottom, enregistrements du 26/05/2021).	8
Figure 3 : proportion des contacts enregistrés au sol et en altitude au niveau des éoliennes E5 et E11	9
Figure 4 : répartition des contacts par espèce pour l'ensemble des détecteurs	11
Figure 5 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders de E5	11
Figure 6 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders de E11	12
Figure 7 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders « bottom »	12
Figure 8 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders « top »	13
Figure 9 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-bottom de E5	13
Figure 10 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-top de E5	13
Figure 11 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-bottom de E11	14
Figure 12 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-top de E11	14
Figure 13 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders de E5	14
Figure 14 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders de E11	14
Figure 15 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders « bottom »	14
Figure 16 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders « top »	14
Figure 17 : répartition mensuelle des contacts de chiroptères (total des 4 batcorders)	15
Figure 18 : répartition journalière de l'activité des chiroptères au niveau des batcorders « bottom » (exprimée en nombre de contacts par nuit)	16
Figure 19 : répartition journalière de l'activité des chiroptères au niveau des batcorders « top » (exprimée en nombre de contacts par nuit)	16
Figure 20 : répartition des contacts par tranche d'une heure à partir du coucher du soleil pour les batcorders « bottom »	17
Figure 21 : répartition des contacts par tranche d'une heure à partir du coucher du soleil pour les batcorders « top »	17
Figure 22 : activité enregistrée au niveau des deux batcorders « bottom » en fonction de la température (en nombre de contacts par tranche de 1°C)	18
Figure 23 : activité enregistrée au niveau des deux batcorders « top » en fonction de la température (en nombre de contacts par tranche de 1°C)	19
Figure 24 : répartition des contacts (batcorders bas) en fonction de la vitesse du vent	20
Figure 25 : répartition des contacts (batcorders haut) en fonction de la vitesse du vent	20
Figure 26 : répartition mensuelle des contacts de Pipistrelle (commune et Kuhl) au cours du suivi de 2021	23
Figure 27 : répartition mensuelle des contacts de Sérotine et de Noctules (commune et Leisler) au cours du suivi de 2021	23
Figure 28 : répartition horaire des contacts de Pipistrelle (commune et Kuhl) au cours du suivi de 2021	24
Figure 29 : répartition horaire des contacts de Sérotine commune et de Noctules (commune et Leisler) au cours du suivi de 2021	25

TABLE DES TABLEAUX :

Tableau I : activité par espèce et par batcorder (nombre de contacts pour l'ensemble du suivi 2020)	10
Tableau II : statut des chiroptères identifiés sur le site	21
Tableau III : comparaison des peuplements de chiroptères entre les suivis de 2019, 2020 et 2021	22

TABLE DES PHOTOS :

Photo 1 : mât au pied de l'éolienne E5	6
Photo 2 : mât au pied de l'éolienne E11	6
Photo 3 (à droite) : boîtier du batcorder	7

INTRODUCTION : RAPPEL DES OBJECTIFS

L'objectif de cette étude est d'effectuer un suivi de l'activité des chiroptères sur le parc éolien du Moulin de Pierre, sur la commune du Gault-Saint-Denis en Eure-et-Loir (28800). Ce suivi est basé sur l'analyse des enregistrements automatiques effectués en continu par l'intermédiaire de 2 couples de batcorders installés respectivement à 10 mètres de hauteur et dans la nacelle des éoliennes N°5 et N°11 ;

La **carte 1** montre la disposition du parc éolien et la numérotation des éoliennes du parc du Moulin de Pierre.



Carte 1 : localisation du parc éolien du Moulin de Pierre et numérotation des éoliennes sur fond IGN 1/25000 et orthophotographie (source des fonds : Géoportail)



I- SUIVI DE L'ACTIVITÉ DES CHIROPTÈRES

A- MÉTHODES

1- Dispositif de suivi

Deux couples de détecteurs autonomes, capables d'enregistrer en continu les signaux de chiroptères (batcorders), ont été placés au niveau des éoliennes E5 et E11 début 2019, puis laissés en place pendant toute la saison 2020 et 2021. Pour chaque éolienne, l'un des détecteurs est placé dans la nacelle, à environ 100 mètres de hauteur (micro haut), l'autre batcorder étant monté sur un mât métallique positionné à quelques mètres du pied de l'éolienne (micro bas). Ce dispositif permet de comparer les activités des chiroptères au niveau du sol et en altitude, et de préciser quels sont les risques pour les espèces de haut vol.



Photo 1 : mât au pied de l'éolienne E5



Photo 2 : mât au pied de l'éolienne E11

2- Matériel utilisé

Ces batcorders sont des détecteurs d'ultrasons de type « *full spectrum* », capables d'enregistrer des séquences sonores entre 0 à 128 kHz. Un filtre passe-haut bloquant les sons inférieurs à 16 kHz est actionné afin de limiter le remplissage des cartes mémoire par des bruits parasites, les ultrasons des chauves-souris ne descendant pas en dessous de 16 kHz (sauf le Molosse en région méditerranéenne). Les batcorders couvrent ainsi toute la gamme des émissions possibles des chiroptères susceptibles d'être détectés en région Centre. Les boîtiers batcorder sont reliés au réseau Internet de façon à pouvoir sauvegarder les données sur un serveur distant. Le déclenchement des batcorders est programmé à partir de 18h le soir, et jusqu'à 9h le lendemain matin, ce qui permet de couvrir l'ensemble du cycle nocturne, quelle que soit la saison. Ce réglage a cependant l'inconvénient de produire de nombreux enregistrements parasites (notamment les chants et cris crépusculaires et matinaux d'oiseaux, dont les harmoniques peuvent dépasser les 16 kHz, et les stridulations d'orthoptères), sons qu'il faut ensuite trier à l'aide d'un logiciel de traitement acoustique afin de les séparer des signaux de chiroptères.

Figure 1 (à gauche) : principe de l'installation du batcorder dans la nacelle (source : www.wildcare.eu)

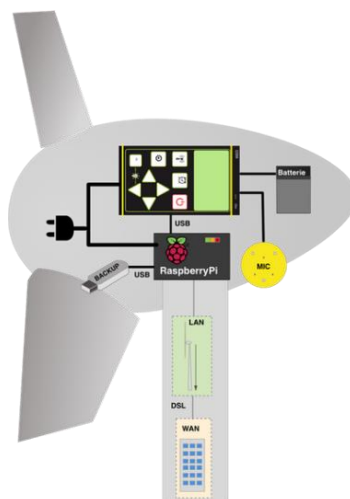


Photo 3 (à droite) : boîtier du batcorder



Les deux batcorders de l'éolienne E11 ont fonctionné en continu entre le 03/03/2021 et le 07/11/2021 et les deux batcorders de l'éolienne E5 entre le 04/03/2021 et le 08/11/2021. Les premiers signaux ont été captés le 15/03 sur le batcorder au pied de l'éolienne E5 (un contact d'Oreillard gris en fin de nuit), le dernier contact ayant été capté le 06/11 sur le batcorder au pied de l'éolienne E11 (1 contact de Pipistrelle commune à 00h30).

Au total, les données récupérées grâce aux 4 batcorders ont permis de couvrir une période continue de 250 nuits entre début mars et début novembre, soit l'équivalent de 1 000 nuits d'écoute à l'échelle du parc éolien.

3- Traitements des données acoustiques

Pour les enregistrements automatisés issus des batcorders, les fichiers natifs, produits au format « raw », font tout d'abord l'objet d'un traitement par lot, à l'aide du logiciel Adobe Audition, pour être transformés en format « wav ». Ces séquences sont ensuite analysées à l'aide de plusieurs logiciels de traitement de sons (Sonochiro, Scan'R et Kaléidoscope). Les résultats de ces traitements sont comparés de façon à faire ressortir plus facilement les séquences parasites et obtenir une image statistique des déterminations proposées par les logiciels. Une analyse manuelle des séquences ultrasonores est ensuite effectuée pour toutes les espèces autres que la Pipistrelle commune, qui est généralement dominante dans les lots de données des batcorders. Pour les enregistrements rapportés à cette espèce, un échantillonnage est effectué par classe de fiabilité des données pour vérifier les interprétations fournies par les logiciels d'analyse. Les séquences identifiées comme étant des « parasites » par le logiciel sont également échantillonnées de manière raisonnée (échantillonnage adapté en fonction de la fiabilité constatée). Enfin, les séquences non prises en compte par le logiciel font également l'objet d'un traitement par le biais d'un échantillon, plus ou moins important en fonction du nombre de séquences concernées.

L'analyse manuelle s'appuie sur les logiciels « Batsound » et « Adobe audition », qui permettent de visualiser les spectrogrammes et d'analyser les pics d'intensité par fréquence.

L'identification des chiroptères repose sur la méthode mise au point par Michel Barataud (2012, 2020), basée sur l'analyse des divers critères acoustiques : type de signal (fréquence constante, fréquence modulée, fréquence abrupte, fréquence terminale, largeur de la bande de fréquence, rythme, la présence de pic d'énergie, évolution de la structure des signaux à l'approche d'obstacle)...



4- Limites de la méthode et problèmes rencontrés

Deux principales difficultés ont été rencontrées lors de cette étude.

La première est en lien avec le traitement des données acoustiques. Pour l'année 2021, les quatre Batcorders ont totalisé environ 78 000 séquences, avec un nombre important de séquences « parasites ». La mise en place d'une technique d'échantillonnage était donc. Afin de limiter au maximum les biais d'identification induits par la procédure d'échantillonnage, les plages horaires regroupant un nombre plus important de contacts identifiés par le logiciel ont été intégralement analysées (traitement de toutes les séquences comprises dans la plage horaire).

La seconde difficulté rencontrée est liée aux problèmes d'identification des groupes d'espèces proches (genre *Myotis*, genre *Plecotus*, et groupe des Sérotules) lorsque les séquences enregistrées sont très courtes. Les identifications sont en effet plus fiables avec des séquences ultrasonores comportant plusieurs cris successifs, mais peuvent s'avérer difficiles à interpréter lorsque l'enregistrement ne comporte que quelques cris isolés. Ce problème tient au fait que les batcorders utilisent un tampon temporel d'une durée maximale de 800 millisecondes, ce qui est parfois trop court pour saisir d'éventuelles successions de signaux émis par les chiroptères.

En dehors des questions liées à la durée des signaux, les problèmes d'identification concernent majoritairement les cris des Pipistrelles du groupe Kuhl / Nathusius, ces deux espèces ayant des signaux ultrasonores très proches lorsqu'elles évoluent dans des milieux très ouverts. Lorsqu'un vol de transit est pratiqué par la Pipistrelle de Kuhl, ses signaux deviennent en effet difficiles à distinguer de ceux de la Pipistrelle de Nathusius. Dans ce cas, les enregistrements ont été rapportés par défaut au groupe indifférencié « Pipistrelle de Kuhl / Nathusius ».

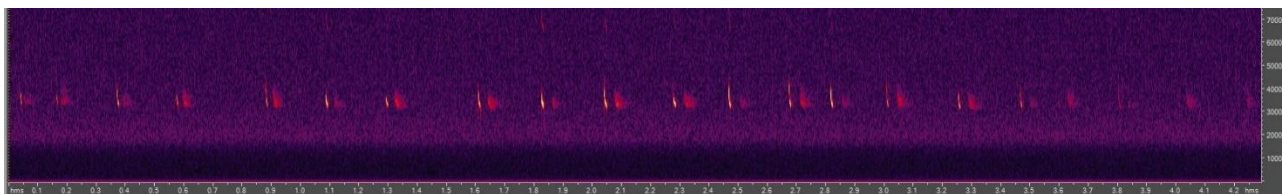


Figure 2 : exemple de spectrogramme rapporté à une Pipistrelle du groupe kuhl/nathusius (MP05_bottom, enregistrements du 26/05/2021).

B- RÉSULTATS

1- Analyse de l'activité

Ce suivi est basé sur les enregistrements automatisés recueillis par les deux paires de batcorders installés respectivement au pied (batcorder-bas) et dans la nacelle (batcorder-haut) des éoliennes E5 et E11. Ces enregistrements permettent d'étudier en détail l'activité des chauves-souris sur ces points précis du parc éolien, et de comparer leurs activités au sol et en altitude.

1.1- Activité globale :

19 042 contacts de chiroptères ont été recueillis au total au niveau des 4 batcorders, au cours de la saison 2021, soit une activité globale bien supérieure à celles notées en 2019 et 2020 sur le même dispositif de suivi (total de 8 417 contacts en 2020 et de 7 007 contacts en 2019). Cette activité plus forte en 2021 est principalement due à un pic centré sur la fin du mois de juin et le début du mois de juillet au sol. Cela peut être mis en relation avec le pic de floraison des cultures mellifères au pied des éoliennes ainsi que par une potentielle irrigation des cultures, induisant une disponibilité en ressource alimentaire (insectes) très forte. Les chiroptères, au comportement très opportunistes, peuvent donc s'alimenter facilement sur un secteur restreint, dans un contexte de grandes cultures peut favorable au développement de leur ressource alimentaire.

La répartition en altitude de ces contacts montre que 97% de l'activité a été notée au niveau des batcorders situés aux pieds des éoliennes E5 et E11, contre seulement 3% au niveau des nacelles de ces mêmes éoliennes, soit un rapport d'environ 1 pour 32 entre l'activité mesurée en altitude et celle relevée au sol, ces distributions étant à peu près comparables pour E5 et E11 (**fig. 3**).

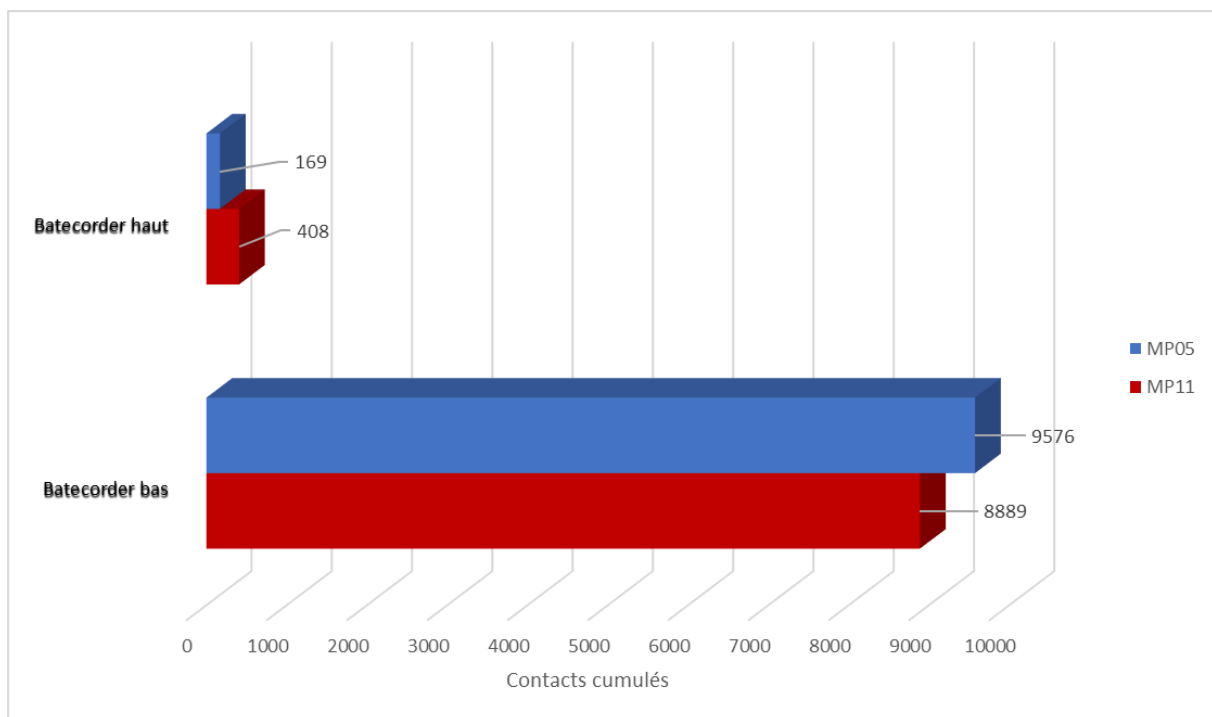


Figure 3 : proportion des contacts enregistrés au sol et en altitude au niveau des éoliennes E5 et E11

La durée moyenne des séquences enregistrées est de 1,825 seconde pour l'ensemble des 4 batcorders, la plupart des enregistrements ne comportant qu'un petit nombre de cris. Ces séquences, même de courtes durées, peuvent être comptabilisées comme des contacts de chiroptères pour comparer l'activité au sol et en altitude. Cette durée moyenne est comparable à celles notées lors des deux précédentes années (1,8 seconde en 2019 et 1,712 seconde en 2020). Cette estimation de l'activité est cependant différente de celle utilisée pour les suivis au sol (1 contact = 1 séquence \leq 5 secondes), le découpage en plage de 5 secondes n'étant pas possible avec les batcorders du fait de la durée limitée du buffer (tampon de 800 ms). On assimilera donc, dans la suite du rapport, **1 séquence enregistrée à 1 contact**, en retenant le fait que cette mesure d'activité n'est pas strictement équivalente à celle utilisée dans les suivis au sol.

Dans tous les cas, l'activité horaire est extrêmement faible, du fait du nombre total d'heures d'enregistrement (proche de 10 000 heures en tout pour les 4 batcorders), l'activité moyenne étant inférieure à 2 contacts par heure. Cette activité reste toutefois supérieure aux deux années précédentes (inférieure à 1 contact par heure en 2019 et 2020).

1.2- Analyse du peuplement :

Douze espèces (complétées par trois groupes d'espèces) ont été identifiées au total dans les séquences enregistrées par les quatre batcorders. La répartition des contacts par espèce et par batcorder est indiquée par le **tableau I**.

Tableau I : activité par espèce et par batcorder (nombre de contacts pour l'ensemble du suivi 2020)

Espèce	MP05 bottom	MP05 top	Total MP05	MP11 bottom	MP11 top	Total MP11	Total (MP05 + MP11)
Barbastelle d'Europe	2		2	2		2	4
Grand Murin	2		2	2		2	4
Murin à moustaches				1		1	1
Murin de Daubenton	6		6	6		6	12
Murin de Natterer	2		2				2
Noctule commune	96	29	125	51	76	127	252
Noctule de Leisler	26	3	29	48	23	71	100
Oreillard gris	29		29	32		32	61
Oreillard indéterminé	2		2		1	1	3
Oreillard roux				4	1	5	5
Pipistrelle commune	5675	59	5734	6631	133	6764	12498
Pipistrelle commune/Nathusius	39		39	4	2	6	45
Pipistrelle de Kuhl	3494	18	3512	1885	92	1977	5489
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	76		76	12	7	19	95
Sérotine commune	127	60	187	211	73	284	471
<i>Total des espèces</i>	13	5	13	13	9	14	15
Total des contacts	9576	169	9745	8889	408	9297	19042

Le peuplement recensé en 2021 est très proche de ceux identifiés en 2019 et 2020, à l'exception du Murin à moustaches qui n'avait pas été capté lors des précédents suivis. Par ailleurs, la distribution des contacts par espèces est analogue à celles de 2019 et 2020, avec une espèce largement dominante (la Pipistrelle commune) et une espèce secondaire (la Pipistrelle de Kuhl) qui totalisent, à elles deux, près de 95% du nombre total de contacts (**figure 4**).

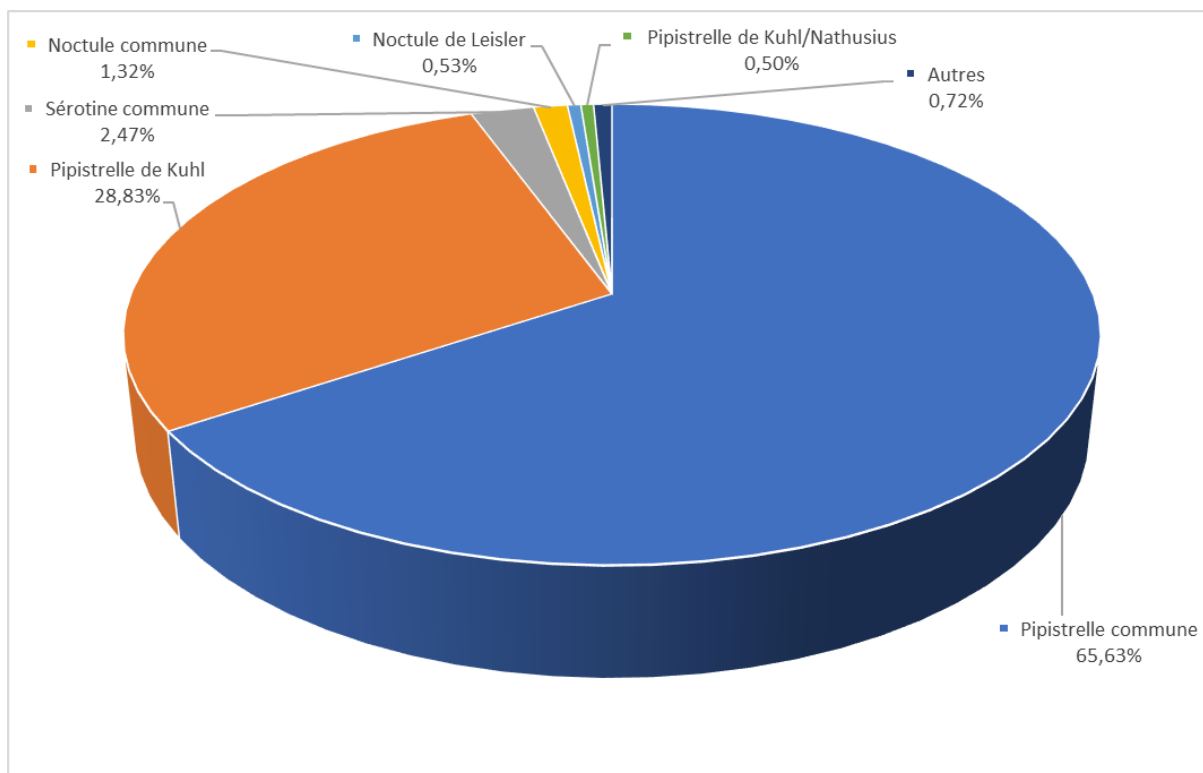


Figure 4 : répartition des contacts par espèce pour l'ensemble des détecteurs

Les différences de peuplement entre les éoliennes E5 et E11 sont peu marquées, et portent principalement sur les espèces à caractère occasionnel (2 contacts de Murin de Natterer sur E5, aucun sur E11, 1 contact de Murin à moustaches sur E11, aucun sur E5). La distribution des deux espèces dominantes est également légèrement différente, avec une plus grande proportion de Pipistrelle de Kuhl sur E5 (36%), et une plus grande proportion de Pipistrelle commune sur E11 (~73%), le nombre total de contact pour les deux éoliennes étant comparable (respectivement 9 745 et 9 297).

Les **figures 5 et 6** montrent la distribution par espèce des contacts recueillis respectivement au niveau des éoliennes E5 et E11.

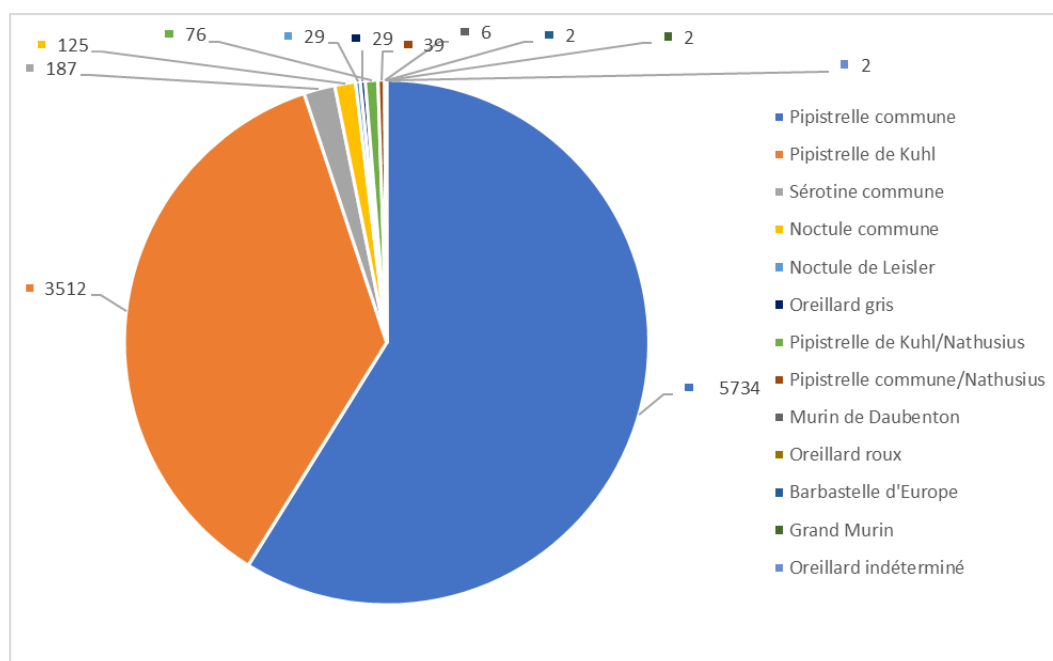


Figure 5 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders de E5

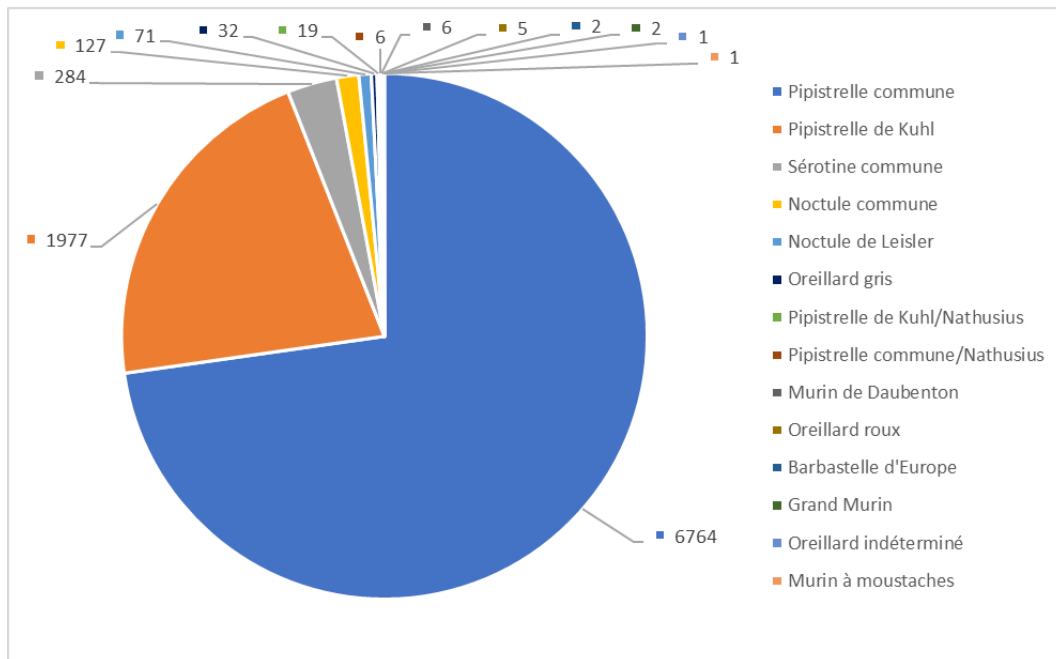


Figure 6 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders de E11

Si les différences entre les éoliennes E5 et E11 restent peu marquées, elles sont en revanche plus significatives entre les batcorders situés dans les nacelles (batcorders-top) et ceux placés au pied des éoliennes (batcorders-bottom). Les premiers ont une diversité spécifique, en incluant les groupes d'espèces non identifiés, plus faible (9 taxons au total pour les deux batcorders « top » de E5 et E11 contre 15 taxons au niveau des batcorders « bottom »), avec une représentation proportionnellement importante du groupe des Noctules et Sérotine pour les relevés en altitude (figures 7-8).

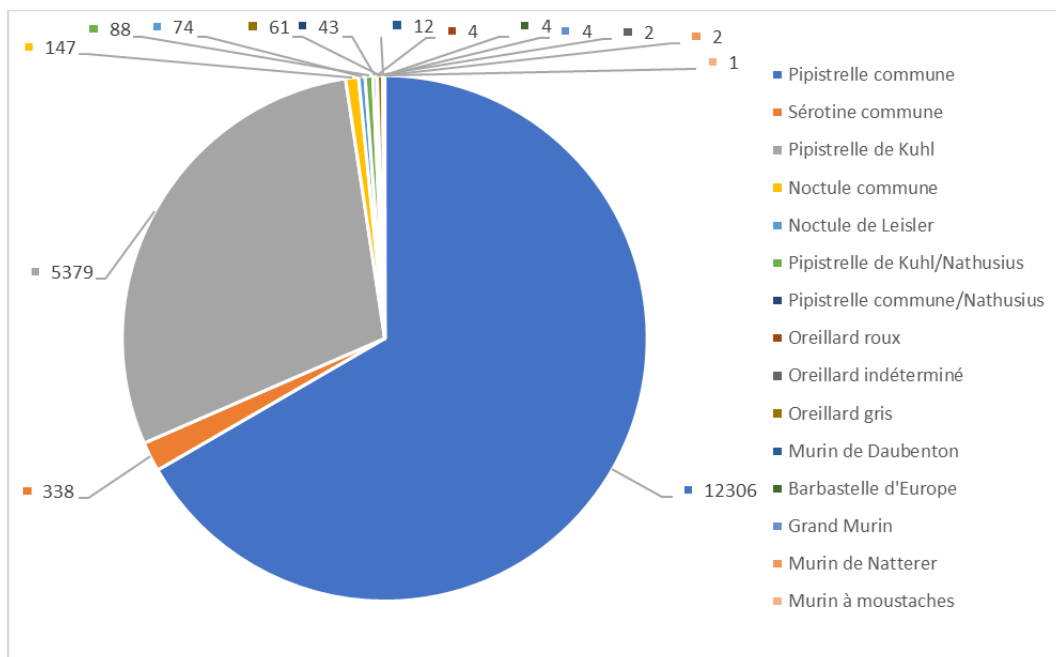


Figure 7 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders « bottom »

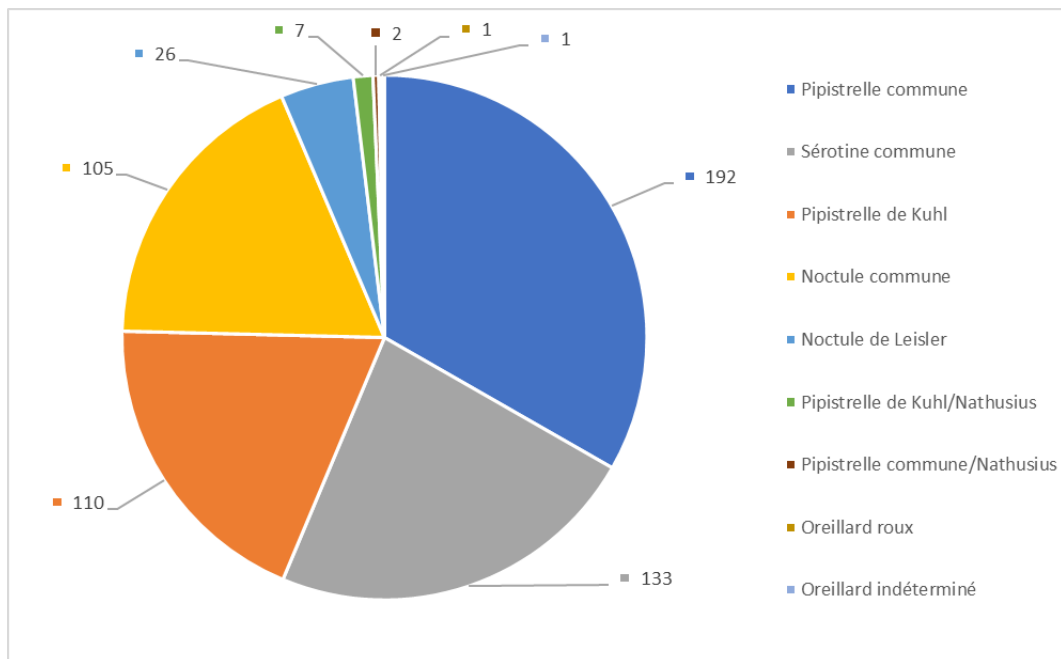


Figure 8 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders « top »

1.3- Analyse saisonnière de l'activité :

Les **figures suivantes** montrent l'évolution de l'activité des chiroptères au cours de l'année pour les quatre batcorders. Peu de différences sont observées entre les éoliennes E5 et E11, les pics d'activité étant centrés globalement sur la même période (juin et juillet au sol, dans une moindre mesure septembre ; principalement septembre en altitude). Ces pics d'activité témoignent de la saisonnalité de l'activité des chauves-souris. L'activité plus forte en période estivale au sol indique un comportement de chasse pendant la période d'élevage des jeunes, tandis qu'une activité plus forte en septembre en altitude laisse supposer un transit migratoire automnal vers les gîtes d'hiver. L'activité estivale peut également être mise en relation avec les pics de floraison des cultures, induisant un développement d'insectes plus important (attractivité des chiroptères).

En revanche, l'activité en période printanière est très peu marquée, laissant supposer l'absence de gîtes d'hiver dans les environs proches du parc du Moulin de Pierre et un transit printanier faible en comparaison du transit automnal.

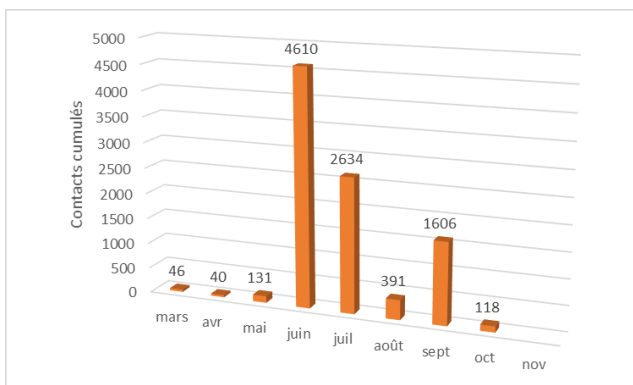


Figure 9 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-bottom de E5

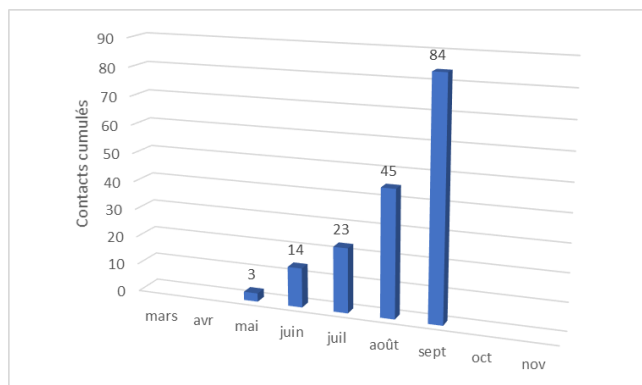


Figure 10 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-top de E5

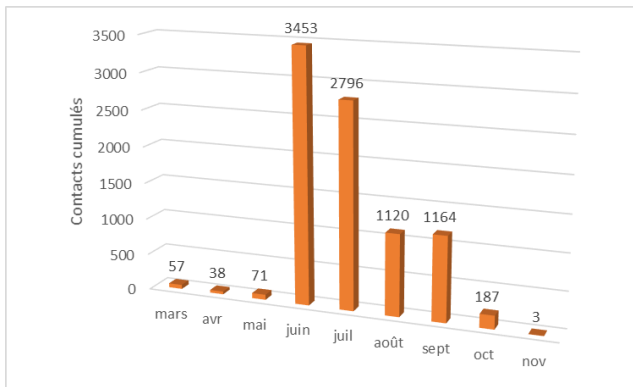


Figure 11 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-bottom de E11

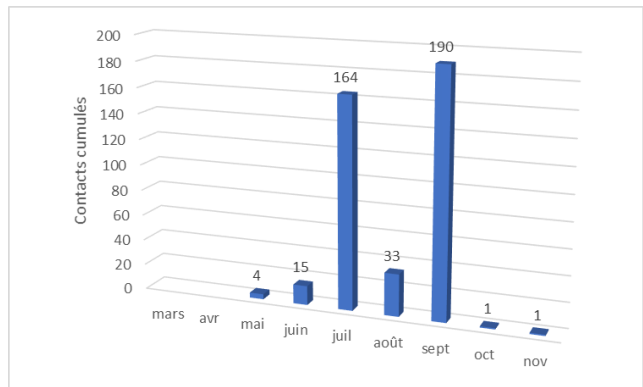


Figure 12 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-top de E11

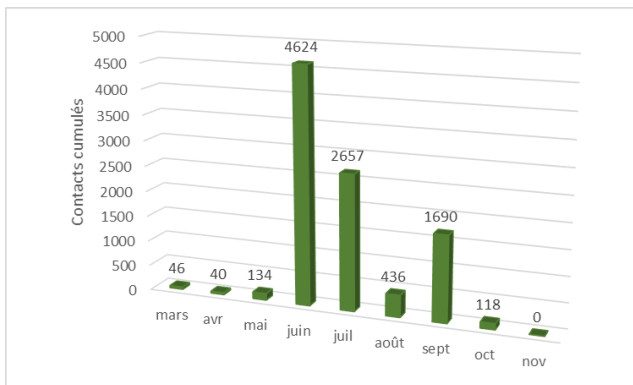


Figure 13 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders de E5

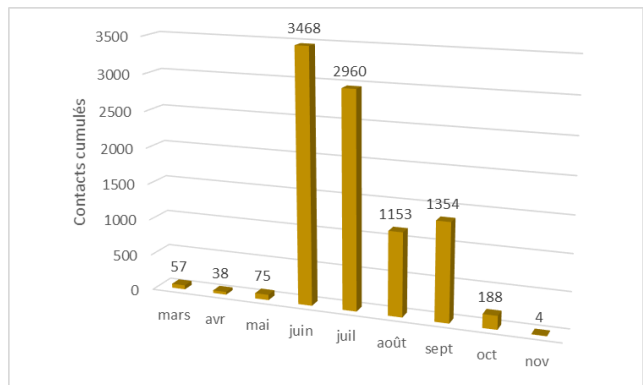


Figure 14 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders de E11

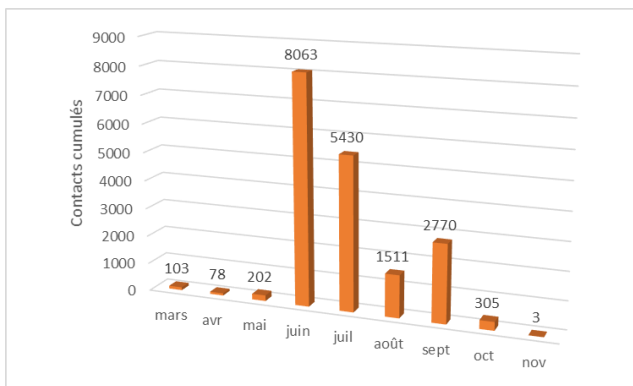


Figure 15 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders « bottom »

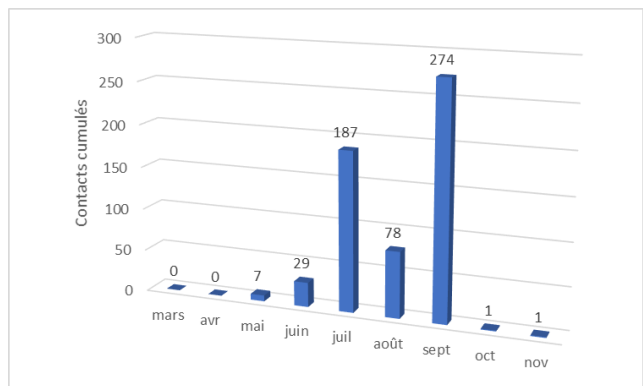


Figure 16 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders « top »

En cumulant les contacts des 4 batcorders (fig. 17), il apparaît que plus de 40% des contacts sont obtenus au cours du mois de juin, le pic du mois de septembre représentant environ 16% du nombre total de contacts. Le cumul de l'activité entre les mois de juin et de septembre représente 96,4% du nombre total de contacts enregistré sur l'année entière, soit la quasi-totalité de l'activité.

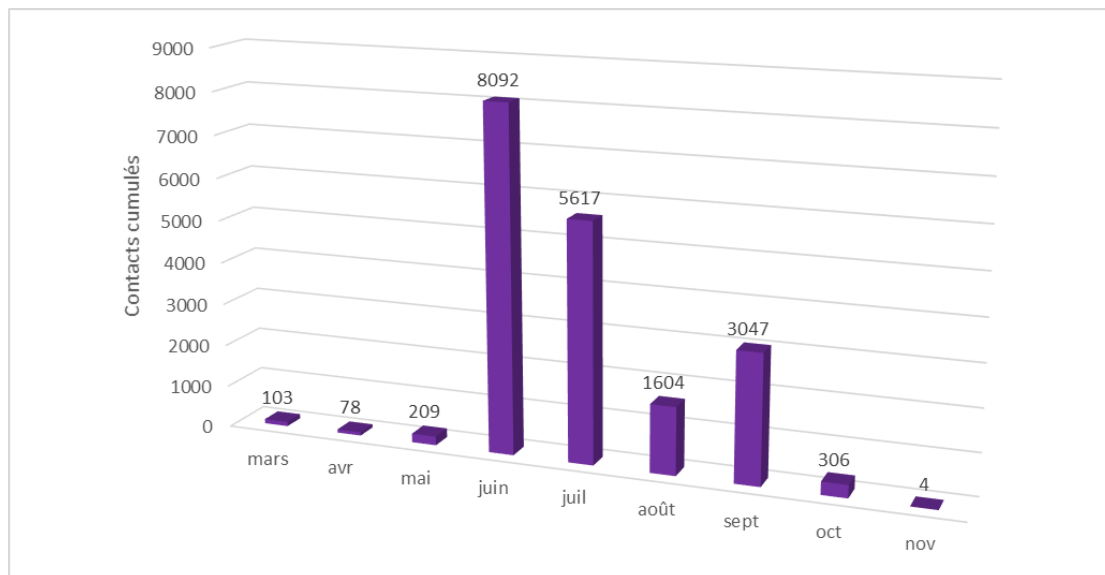


Figure 17 : répartition mensuelle des contacts de chiroptères (total des 4 batcorders)

L'ensemble des résultats concernant la saisonnalité de l'activité des chiroptères est comparable à ceux obtenus lors des suivis de 2019 et 2020. Malgré un nombre total de contacts plus important, les proportions et les distributions mensuelles, au sol comme en altitude, sont globalement similaires (pic d'activité estival entre le mois de juin et juillet et pic d'activité en période automnale entre le mois d'août et septembre). Comme les précédentes années, ces données tendent à indiquer la présence d'une composante locale, dont l'optimum d'activité se situe en fin de printemps ou en début d'été (juin-juillet), vraisemblablement en fonction des conditions météorologiques de l'année, et d'une composante migratrice à phénologie plus tardive en fin d'été (août-septembre). Dans tous les cas, l'activité en début de printemps (mars à mai) et en fin d'automne (octobre) reste faible à très faible, ceci pour trois années consécutives.

1.4- Analyse journalière de l'activité :

La distribution du nombre de contacts par nuit d'enregistrement montre d'importantes fluctuations journalières dans l'activité des chiroptères, avec des écarts qui semblent plus marqués en période estivale dans le cas des batcorders « bottom » (**figure 18**), et des fluctuations plutôt centrées sur la période de transit automnal dans le cas des batcorders « top » (**figure 19**). Ces observations sont similaires à celles observées lors du suivi de 2020, avec seulement la période de transit printanier moins marqué en 2021 sur les batcorders « top ».

Dans le cas des batcorders « bottom », un important pic d'activité a été noté dans la nuit du 29 juin, avec plus de 2 700 contacts cumulés (1 564 sur l'éolienne E5 et 1 159 sur l'éolienne E11). Ces pics éphémères d'activité sont difficiles à expliquer ; ils peuvent être liés à des pullulations locales d'insectes, en cas de floraison synchrone des plantes cultivées, notamment lorsqu'il s'agit d'espèces à propriétés mellifères : tournesol (pic de floraison en juillet), colza (pic en avril), petit pois (pic en mai-juin)... Néanmoins, un pic d'activité similaire avait été observé en 2020, notamment sur l'éolienne E5, avec plus de 1 300 contacts le 20/06/2020). Il est également à noter que les seules nuits du 28/06/2021, 29/06/2021, 30/06/2021 et 01/07/2021 totalisent près de 45% des contacts totaux enregistrés sur les batcorders « bottom », observation à mettre en relation avec le développement et l'irrigation des cultures au pied des éoliennes.

En définitive, ces pics d'activité témoignent surtout du caractère très opportuniste des chiroptères dans leur recherche de nourriture, et, par là même, de la difficulté à modéliser leur activité et leurs déplacements.

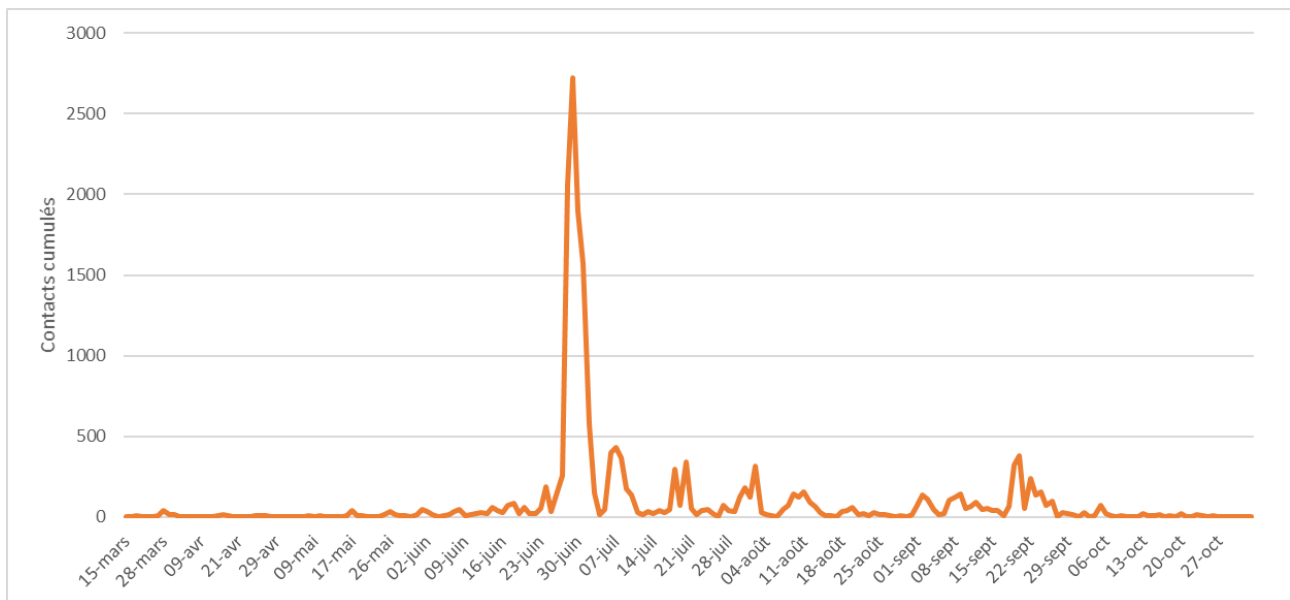


Figure 18 : répartition journalière de l'activité des chiroptères au niveau des batcorders « bottom » (exprimée en nombre de contacts par nuit)

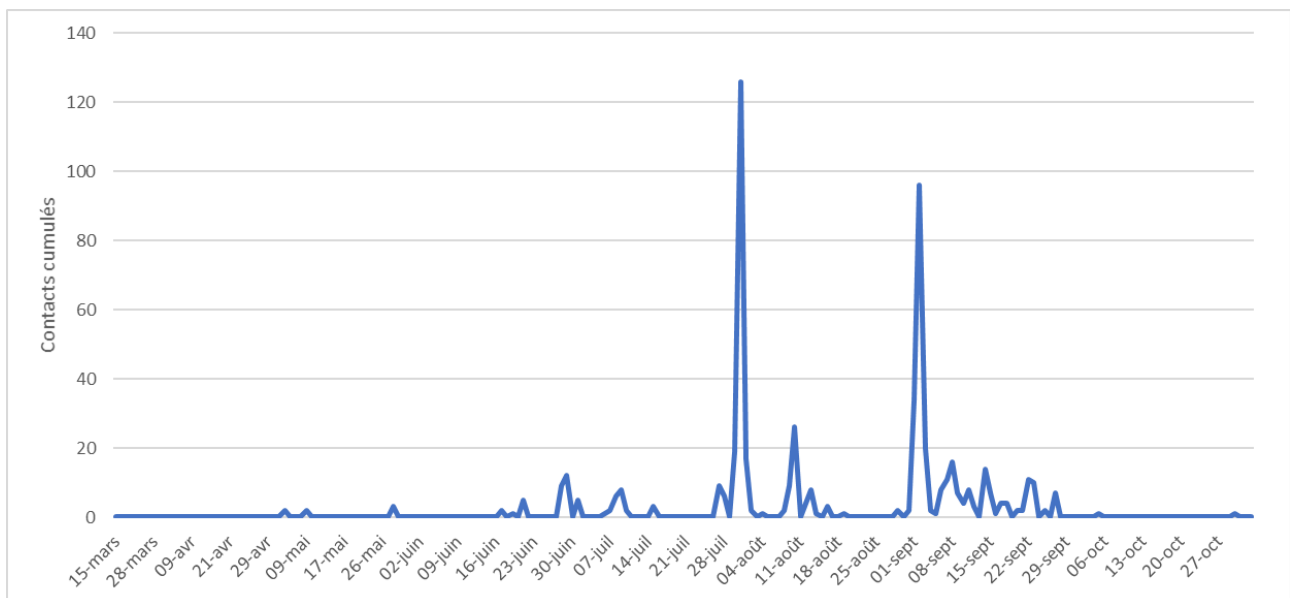


Figure 19 : répartition journalière de l'activité des chiroptères au niveau des batcorders « top » (exprimée en nombre de contacts par nuit)

1.5- Analyse de l'activité horaire :

La répartition des contacts par tranche d'une heure a été calculée à partir de l'heure légale du coucher du soleil, de façon à pouvoir comparer les heures de chasse au fil des saisons. La distribution des contacts par heure de nuit après le crépuscule est donnée respectivement pour les batcorders « bottom » et « top » sur les **figures 20 et 21**. Ces distributions montrent un pic assez marqué en début de nuit, entre l'heure du coucher du soleil et 2 heures après le coucher du soleil, puis un étalement des contacts au cours du nyctémère, avec de légers rebonds dans le cas de l'activité en altitude, qui apparaît donc plus étalée sur l'ensemble du cycle nocturne. Ces distributions avaient déjà été observées lors du suivi de 2020, mais l'année 2021 est marquée par une activité plus précoce (quelques contacts obtenus jusqu'à 30 minutes avant le coucher du soleil, pour la plupart en période de transit automnal).

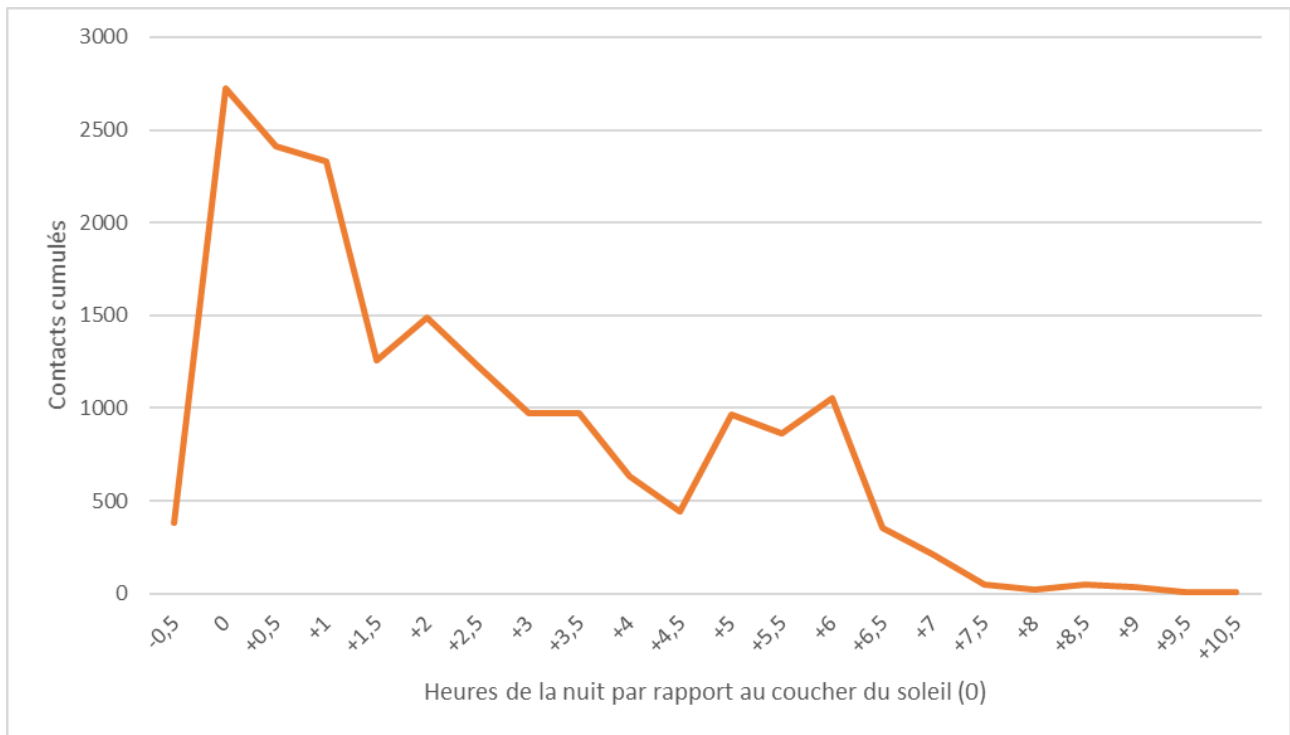


Figure 20 : répartition des contacts par tranche d'une heure à partir du coucher du soleil pour les batcorders « bottom »

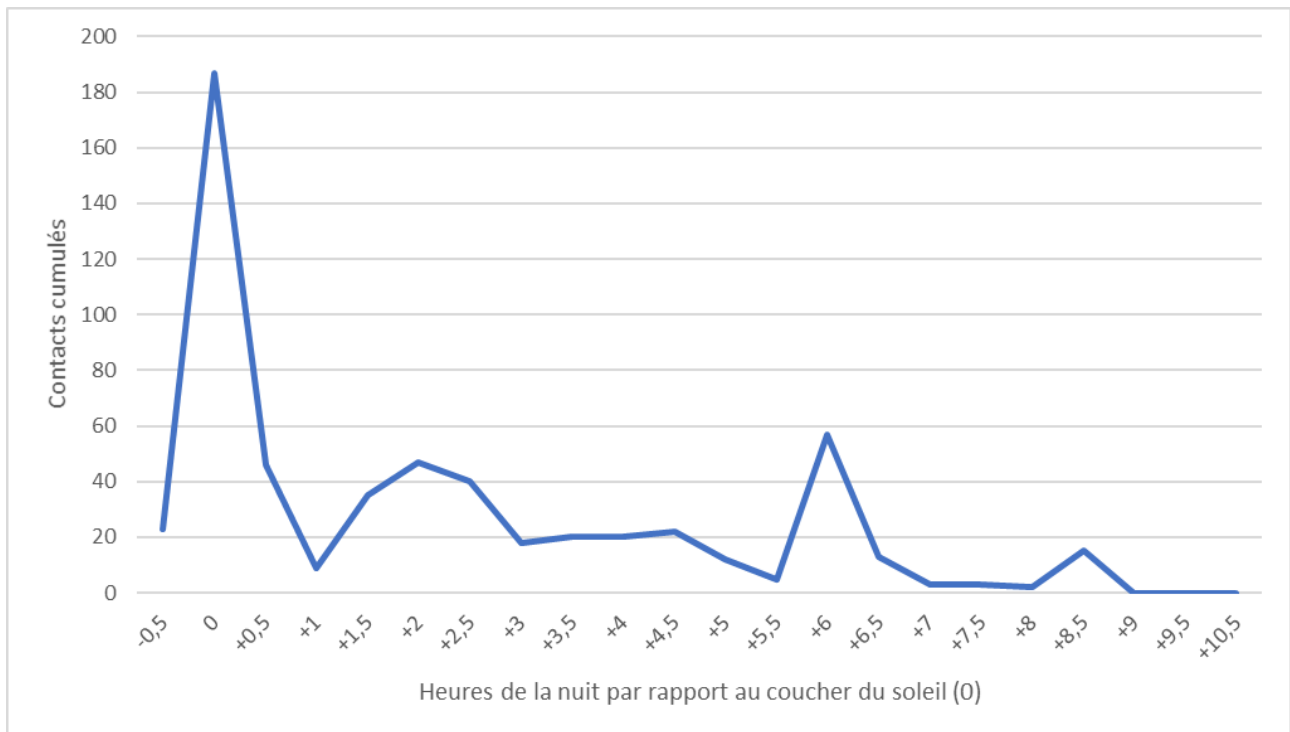


Figure 21 : répartition des contacts par tranche d'une heure à partir du coucher du soleil pour les batcorders « top »

1.6- Analyse de l'activité en fonction de la température :

L'analyse de l'activité en fonction de la température montre que les chiroptères sont majoritairement actifs à partir de 12°C. Néanmoins, quelques contacts ponctuels ont été obtenus par des températures bien plus basses (une Pipistrelle de Kuhl par 2°C le 01/05/2021 ; 1 Pipistrelle commune par 3°C le 23/03/2021 ; 3 Pipistrelle commune par 4°C en septembre 2021 et un Oreillard gris le 15/03/2021...). Cette activité reste cependant marginale par rapport à la globalité des contacts, et concerne surtout des passages erratiques d'individus, dans l'obligation de transiter ou de s'alimenter. Les températures très élevées ne semblent également pas favorables à l'activité, mais ce point est à mettre en relation avec l'occurrence relativement faible de températures supérieures à 20°C la nuit sur l'année (sur plus de 100 500 mesures de température arrondi au degré celsius, seulement 14 500 affichent une valeur supérieure à 20°C, soit moins de 15% des mesures).

L'essentiel de l'activité a lieu entre 12°C et 21°C pour les enregistrements pris au niveau du sol (batcorders bottom), et plutôt entre 16°C et 24°C pour les enregistrements en altitude (batcorders top). L'activité au sol couvre une gamme de températures très large, alors que l'activité en altitude paraît plus centrée sur les températures élevées (fig. 22-23). L'optimum de température se situe autour de 15°C dans le cas des batcorders « bottom », ce qui correspond à peu près à la température nocturne moyenne (15,48°C pour l'ensemble des batcorders) pour l'ensemble de la période de suivi. Pour les batcorders « top », le pic d'activité pour la gamme de températures autour de 18°C à 20°C correspond surtout au caractère saisonnier de l'activité en hauteur, qui est maximale en août et début septembre, où les températures sont encore douces.

Pour le paramètre de la température, les observations sont ici aussi similaires à celles faites lors du suivi de 2020, mais avec des températures légèrement inférieures de 1°C à 2°C en moyenne. Cette différence peut être expliquée par les conditions météorologiques moins clémentes en 2021, avec un phénomène de « goutte froide » sur la France lors de la fin du printemps et le début de l'été 2021.

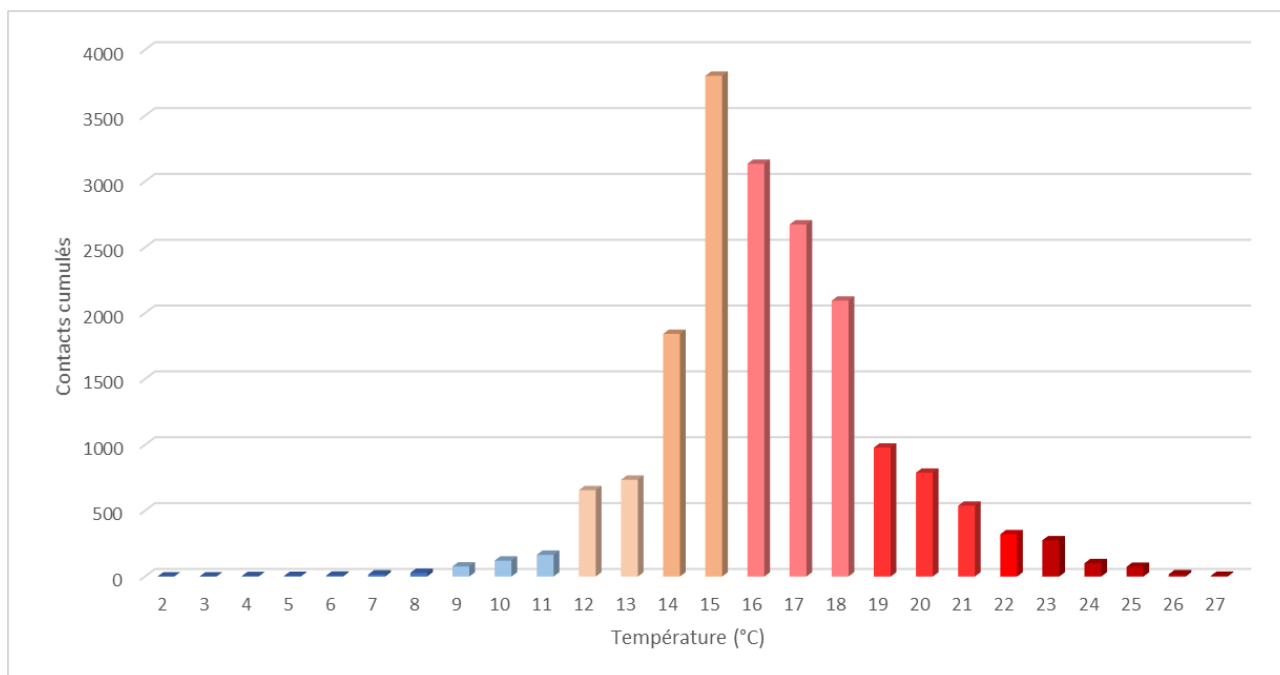


Figure 22 : activité enregistrée au niveau des deux batcorders « bottom » en fonction de la température (en nombre de contacts par tranche de 1°C)

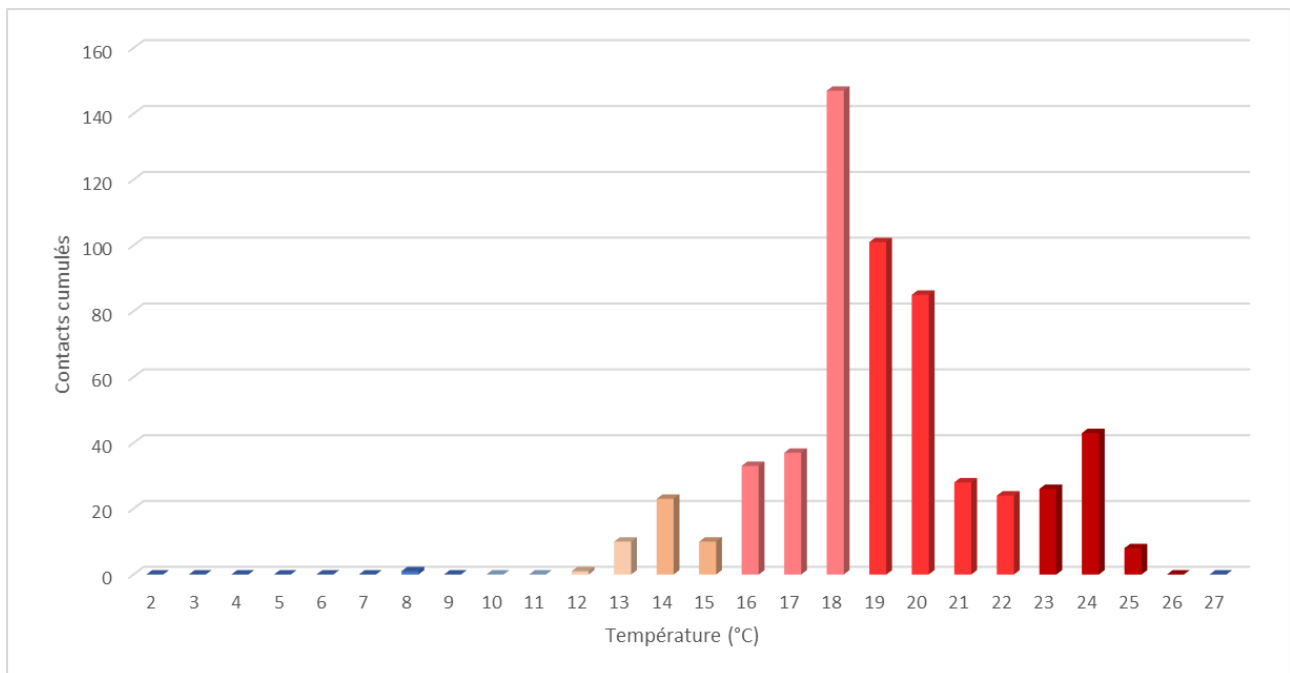


Figure 23 : activité enregistrée au niveau des deux batcorders « top » en fonction de la température (en nombre de contacts par tranche de 1°C)

1.7- Analyse de l'activité en fonction de la vitesse du vent :

La répartition des contacts en fonction de la vitesse du vent fait apparaître des distributions sensiblement différentes selon l'altitude. Au niveau du sol (**figure 24**), l'activité apparaît centrée sur l'intervalle de 1 à 4 m/s, avec des nombres de contacts qui décroissent au-dessus de 3,5 m/s, puis qui deviennent négligeables au-dessus de 5 m/s (observations identiques en 2020).

À 100 mètres de hauteur, l'activité, bien que beaucoup plus faible, apparaît plus variable et donc moins bien corrélée à la vitesse du vent. Elle est nettement plus étalée qu'au niveau du sol, et reste significative jusqu'à des valeurs de vent assez élevées (7,9 m/s). Ces résultats présentés par la **figure 25**, ont été superposés avec une courbe de tendance (en pointillé), celle-ci étant complètement horizontale. Ce paramètre statistique permet d'avancer l'hypothèse qu'en altitude, le vent n'est pas un paramètre limitant pour les chauves-souris. L'utilisation de courant de vent en altitude lors des grands déplacements migratoires, dans le but d'économiser de l'énergie, pourrait expliquer en partie l'absence d'effet de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères.

Ces différences de comportements par rapport au vent suggèrent une exploitation distincte de l'espace aérien par les chiroptères. Au niveau du sol, l'activité de chasse prédomine, avec une sensibilité forte par rapport au vent, tandis qu'aux altitudes élevées, les comportements migratoires et alimentaires se mélangent, avec par conséquent une sensibilité moindre par rapport au vent.

La différence entre la distribution au sol et en altitude est également à mettre en relation avec la vitesse moyenne des vents, plus élevée en altitude. Sur le total des nuits d'enregistrements (début mars à début novembre), la valeur moyenne des vents en nacelle est d'environ 6,4 m/s, tandis qu'à 10 m d'altitude elle est quasiment divisée par deux (3,3 m/s).

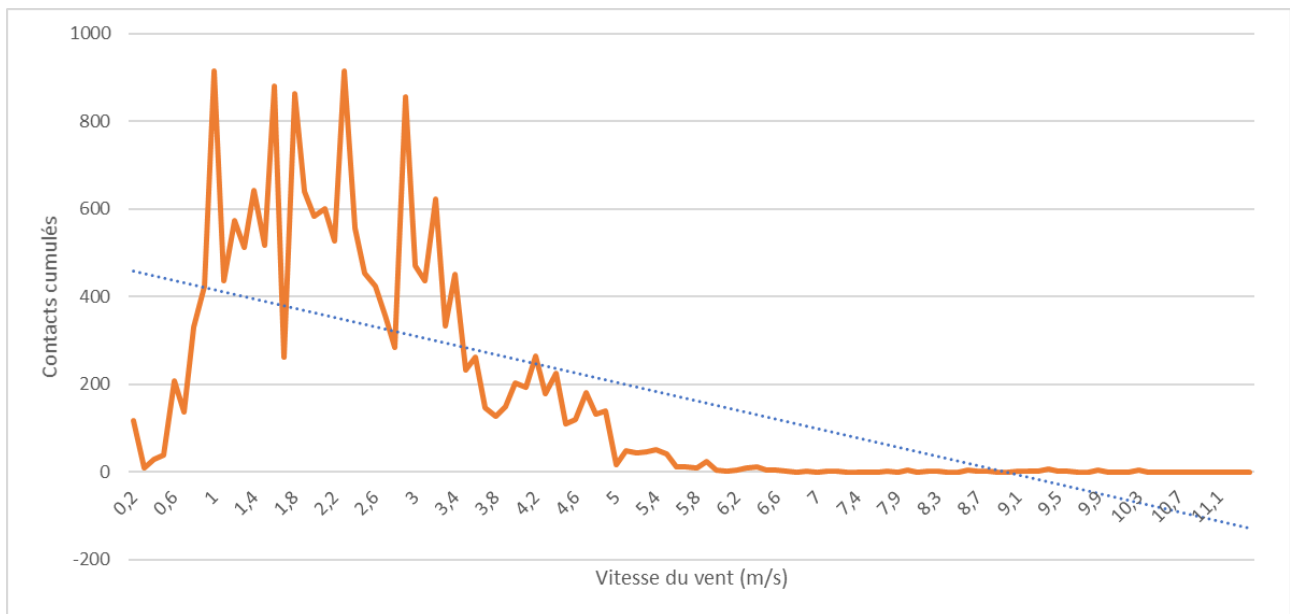


Figure 24 : répartition des contacts (batcorders bas) en fonction de la vitesse du vent

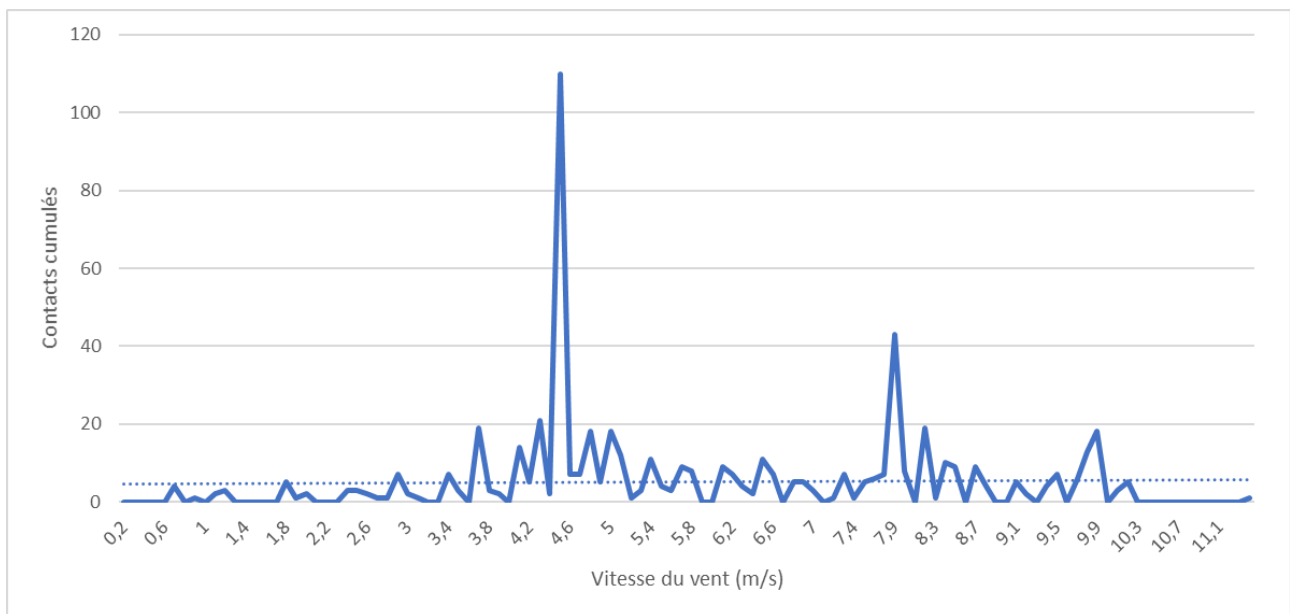


Figure 25 : répartition des contacts (batcorders haut) en fonction de la vitesse du vent

1.8- Conclusion sur le suivi au niveau des éoliennes E5 et E11 :

L'analyse des enregistrements des deux paires de batcorders sur l'ensemble de la saison 2021 a montré que l'activité en altitude restait relativement marginale par rapport à l'activité mesurée aux pieds des éoliennes, puisqu'elle ne représentait globalement que 3% du nombre total de contacts enregistrés. La composition des peuplements au niveau du sol et à hauteur de la nacelle apparaît également distincte, avec une dominance de la Pipistrelle commune et de la Pipistrelle de Kuhl dans le premier cas, et une part prépondérante d'espèces capables de pratiquer le haut vol (Noctules, Sérotine et Pipistrelles) en altitude. Les répartitions saisonnières des contacts sont également distinctes, avec un pic d'activité en juin dans le cas des batcorders au sol, et en août / septembre pour les batcorders en nacelles. La distribution nyctémérale des contacts est, en revanche, assez homogène pour les différents détecteurs, l'activité maximale s'inscrivant majoritairement en début de nuit, voire jusqu'à 30 minutes avant le coucher du soleil en période de transit automnal, puis chutant progressivement à partir de 2 heures après le coucher du soleil.

Concernant les paramètres de la température et du vent, l'activité des chauves-souris au sol semble être conditionnée par des températures relativement douces (supérieures à 12°C) ainsi que par des vents faibles (inférieurs à 5 m/s). En altitude, les chiroptères ne semblent pas être perturbés par des vitesses de vent élevées, mais préfèrent des températures plus élevées de quelques degrés par rapport au sol.

La comparaison avec les suivis de 2020 et de 2019 sur le même site a permis de montrer une certaine constance dans les observations, tant au niveau des espèces contactées, qu'au niveau de la distribution temporelle et de l'influence des facteurs météorologiques. Néanmoins, l'activité mesurée lors du suivi de 2021 est nettement plus importante que celles mesurées lors des deux années précédentes (facteur 2 à 3 notamment au sol). Une mise en relation avec les stades de développement des cultures (pic de floraison de cultures mellifères, irrigation) pourrait expliquer cette intensité d'activité, concentrée sur la fin du mois de juin et le début du mois de juillet au sol. L'essentiel du cortège est cependant constitué de deux espèces anthropophiles (Pipistrelle commune et Pipistrelle de Kuhl), ayant des gîtes probablement dans les villages et hameaux localisés dans un rayon de quelques kilomètres autour du parc.

Ainsi, les périodes les plus sensibles sur le parc du Moulin de Pierre pour les chiroptères correspondent à la période estivale (juin et juillet) au sol, et à la période de transit automnal (août et septembre) en altitude.

2- Résultats par espèces

Les 15 espèces (ou groupe d'espèces) de chauves-souris identifiées lors du suivi de 2021 sont les mêmes que celles notées en 2019 et 2020, à l'exception du Murin à moustaches nouvellement contacté. Le **tableau II** rappelle les statuts de rareté et de protection des espèces identifiées pour les différentes échelles géographiques.

Tableau II : statut des chiroptères identifiés sur le site

Espèce	Nom français	R28	R Centre	Znieff	LR Centre	France	LR Fr	Europe	LR Monde
Barbastella barbastellus	Barbastelle d'Europe	AR	AC	x	NT	NM2	LC	2;4	NT
Myotis myotis	Grand Murin	AC	AC	x	LC	NM2	LC	2;4	LC
Nyctalus leisleri	Noctule de Leisler	AR	AR	x	NT	NM2	NT	4	LC
Nyctalus noctula	Noctule commune	AC	AC	x	NT	NM2	NT	4	LC
Myotis daubentonii	Murin de Daubenton	AC	AC	x	NT	NM2	LC	4	LC
Myotis mystacinus	Murin à moustaches	AC	AC	x	NT	NM2	LC	4	LC
Myotis nattereri	Murin de Natterer	AR	AC	x	LC	NM2	LC	4	LC
Plecotus auritus	Oreillard roux	PC	AC	x	DD	NM2	LC	4	LC
Eptesicus serotinus	Sérotine commune	C	C		LC	NM2	NT	4	LC
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	C	C		LC	NM2	NT	4	LC
Pipistrellus gr. kuhlii/nathusii	Pipistrelle gr. kuhl/nathusius	SMC	SMC	x?		NM2	LC	4	LC
Pipistrellus gr. pipistrellus/nathusii	Pipistrelle gr. commune/nathusius	SMC	SMC	x?		NM2	LC	4	LC
Plecotus sp.	Oreillard indéterminé	SMC	SCM	x?		NM2	LC	4	LC
Pipistrellus kuhlii	Pipistrelle de Kuhl	AC	AC		LC	NM2	LC	4	LC
Plecotus austriacus	Oreillard gris	AC	AC		LC	NM2	LC	4	LC

Rareté 28 et rareté région (échelle expert) : C=Commun ; AC=Assez Commun ; AR=Assez Rare ; R=Rare ; SMC=Statut Mal Connu. **Znieff** : x=espèce déterminante pour les Znieff en région Centre Val de Loire (Anonyme, 2018). **LR Centre** (Liste Rouge des chauves-souris de la région Centre, CSRPN, 2015) : LC=Préoccupation mineure ; NT=Espèce quasi menacée ; DD=Données Insuffisantes. **Statut France** : NM2 (article 2) = protection totale des individus et des habitats ; 3 (article 3) = protection totale des individus ; 4 et 5 = protection partielle ; 6 = prélèvement soumis à autorisation. **LR Fr (Liste Rouge France, d'après UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017)** : LC=Préoccupation mineure ; NT=Espèce quasi menacée. **Dir. Hab. (Directive Habitats)** : 2 (annexe 2) = espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de ZPS ; 4=annexe 4 (espèce animale d'intérêt communautaire qui nécessite une protection stricte). **LR Monde (Liste Rouge Mondiale, IUCN, 2008, reprise d'après UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017)** : LC=Préoccupation mineure ; NT=Espèce quasi menacée.

Intérêt patrimonial :	En rouge=fort à très fort	En bleu=moyen à fort	En vert=faible à moyen
-----------------------	----------------------------------	-----------------------------	-------------------------------

Le tableau ci-dessous compare les nombres de contacts par espèce obtenus au cours des deux campagnes de 2020 et de 2019, qui apparaissent très semblables en termes de composition du peuplement :

Tableau III : comparaison des peuplements de chiroptères entre les suivis de 2019, 2020 et 2021

Espèces	Suivi 2021			Suivi 2020			Suivi 2019		
	Total bottom	Total top	Total (MP05+MP11)	Total bottom	Total top	Total (MP05+MP11)	Total bottom	Total top	Total (MP05+MP11)
Pipistrelle commune	12288	192	12498	5122	201	5323	4919	48	4967
Pipistrelle de Kuhl	5379	110	5489	1982	46	2028	1464	8	1472
Sérotine commune	338	133	471	109	24	133	200	26	226
Noctule commune	147	105	252	276	224	500	165	76	241
Noctule de Leisler	74	26	100	222	135	357	40	10	50
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	88	7	95	24	0	24	9	3	12
Oreillard gris	61	0	61	28	0	28	16	0	16
Pipistrelle commune/Nathusius	43	2	45	0	0	0	9	0	0
Murin de Daubenton	12	0	12	5	0	5	14	0	14
Oreillard roux	4	1	5	3	0	3	3	0	3
Barbastelle d'Europe	4	0	4	9	0	9	2	0	2
Grand Murin	4	0	4	4	0	4	3	0	3
Oreillard indéterminé	2	1	3	0	0	0	0	0	0
Murin de Naterrer	2	0	2	3	0	3	1	0	1
Murin à moustaches	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Total des espèces	15	9	15	12	5	12	12	7	12
Total des contacts	18447	577	19042	7787	630	8417	6836	171	7007

Dans le détail, les différences les plus marquées portent d'une part sur l'activité des deux espèces dominantes (Pipistrelle commune et Pipistrelle de Kuhl), qui a largement augmenté en 2021, et d'autre part sur la proportion des espèces de haut vol (Noctules et Sérotine) dans le peuplement, qui a progressé significativement en 2021 pour la Sérotine commune mais qui a globalement régressé pour la Noctule commune et la Noctule de Leisler. Les niveaux d'activité pour ces deux espèces sont plus proches de ceux mesurés en 2019. Pour toutes les espèces secondaires (Oreillards, Murins, Barbastelle...), les écarts entre les activités de 2019, 2020 et de 2021 sont très faibles et donc peu significatifs, compte tenu du nombre de contacts très limité recueillis (une centaine de contacts pour l'ensemble du suivi).

Il est à noter que les cinq espèces dominantes (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Sérotine commune, Noctule commune et Noctule de Leisler), sont capables de pratiquer le haut vol de manière régulière (chasse et transit), les rendant ainsi plus vulnérable à l'éolien. La distribution temporelle de leur activité a ainsi été étudiée précisément (mensuelle et horaire), permettant de cibler les périodes les plus à risque pour ces espèces.

Concernant la distribution mensuelle des Pipistrelles (**figure 26**), l'essentiel de l'activité est concentré sur les mois de juin et de juillet, en accord avec les résultats des années précédentes. En 2021, un léger rebond d'activité, notamment pour la Pipistrelle commune, est observé en septembre, laissant supposer la présence d'une population migratrice sur les abords du site.

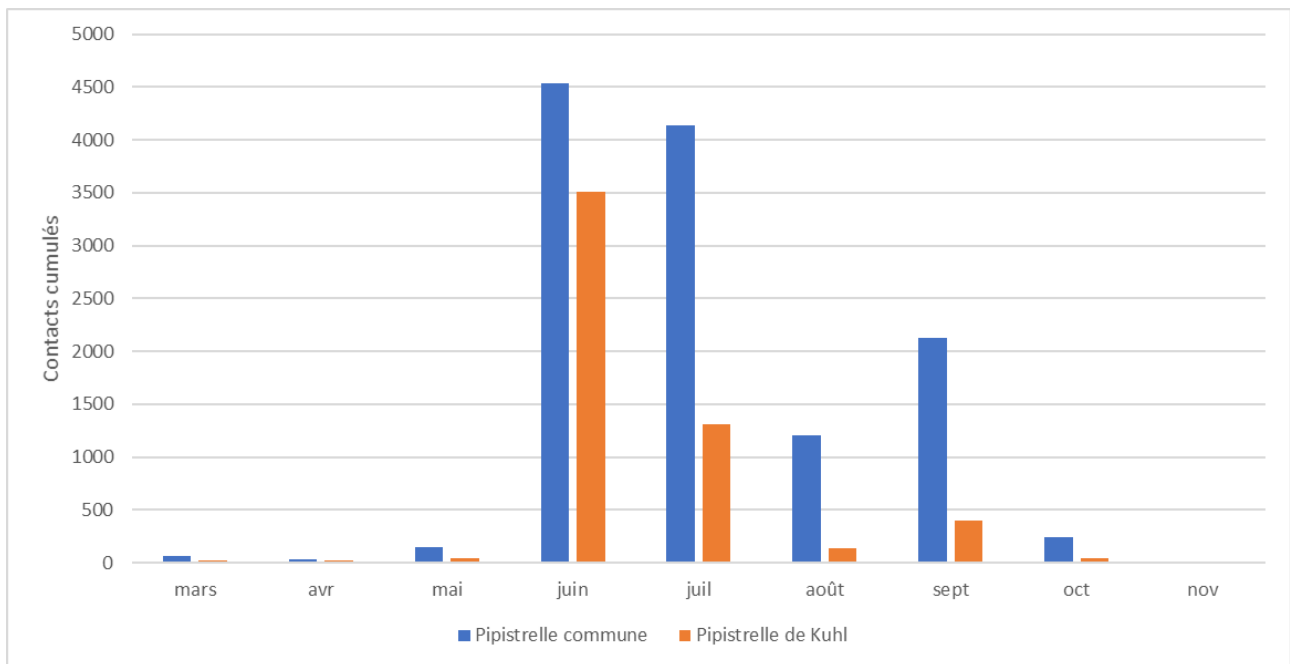


Figure 26 : répartition mensuelle des contacts de Pipistrelle (commune et Kuhl) au cours du suivi de 2021

Dans le cas des Noctules et Sérotine, les plus fortes activités notées en 2021 sont principalement liées à un afflux plus significatif d'individus en phase de transit automnal, comme le montre la distribution mensuelle des contacts pour ces trois espèces (**figure 27**). Ces observations avaient déjà été remarquées en 2020, ce qui renforce l'hypothèse d'un axe migratoire pour ces espèces aux abords du parc du Moulin de Pierre.

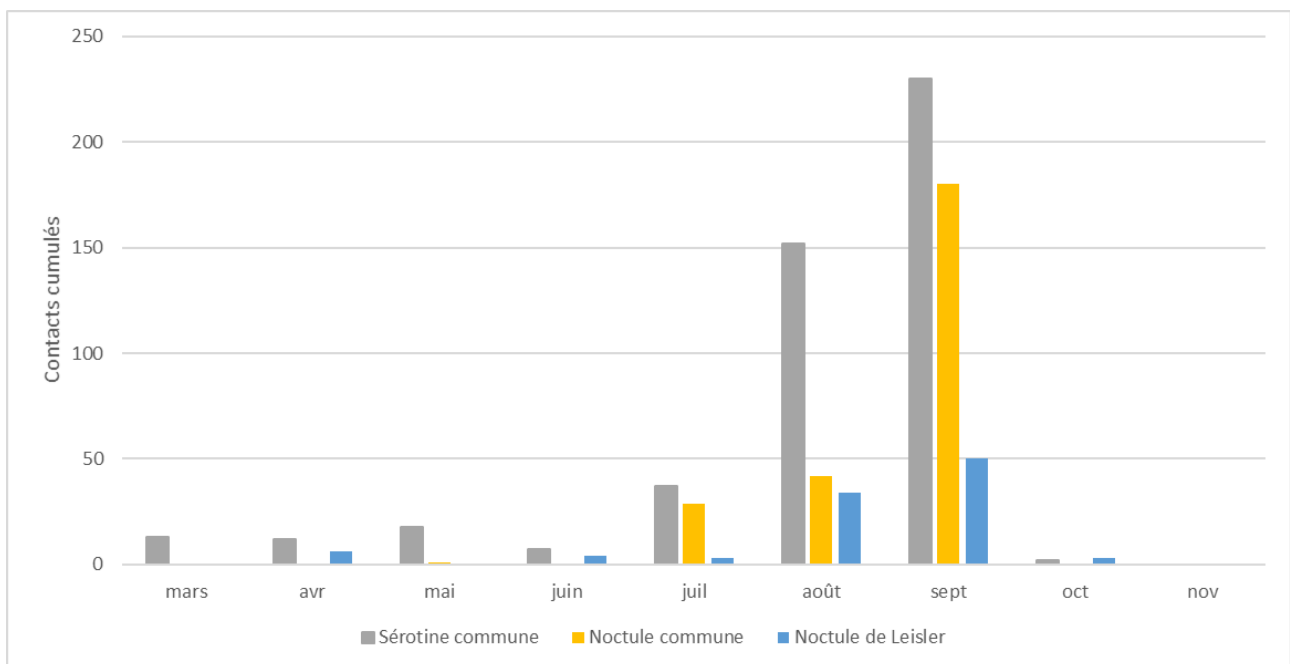


Figure 27 : répartition mensuelle des contacts de Sérotine et de Noctules (commune et Leisler) au cours du suivi de 2021

Ces variations interannuelles restent difficiles à expliquer, à moins de disposer d'un réseau de points d'observation disséminés sur l'ensemble des aires de transit de ces espèces (territoire d'échelle nationale). Là encore, il est vraisemblable que les axes de migration empruntés chaque année soient dépendants des conditions météorologiques du moment, et répondent à un certain opportunisme dans le choix des territoires traversés en fonction de la direction des vents, des courants ascendants, ou encore des disponibilités en proies en fin d'été dans les régions traversées.

Enfin, du point de vue de la répartition horaire des contacts de ces cinq espèces dominantes (**figures 28 et 29**), les pipistrelles utilisent la zone d'étude vraisemblablement comme zone de chasse en début et fin de nuit (sortie des gîtes dans les hameaux aux alentours et retour aux gîtes).

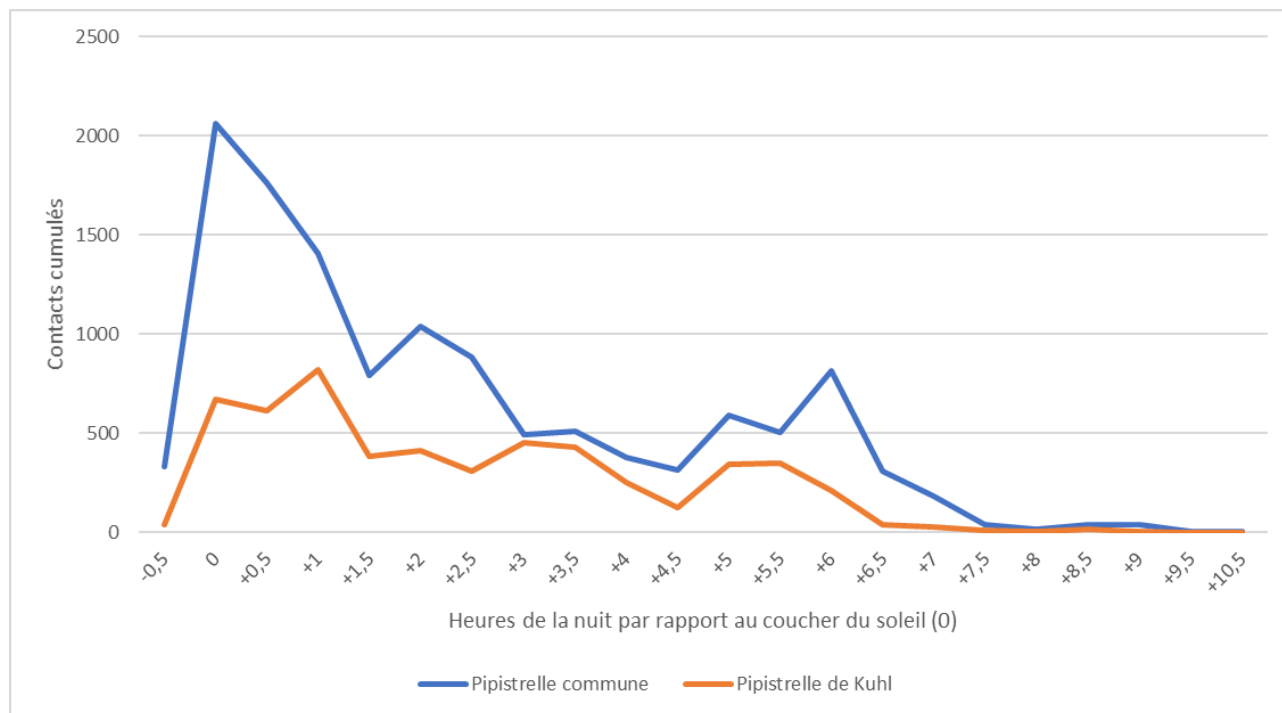


Figure 28 : répartition horaire des contacts de Pipistrelle (commune et Kuhl) au cours du suivi de 2021

La faible attractivité du site (contexte de grandes plaines agricoles ouvertes) peut expliquer la faible activité en milieu de nuit pour ces deux espèces. L'analyse de la distribution horaire de la Sérotine commune et des Noctules montre un résultat légèrement différent, avec une activité plus diffuse tout au long de la nuit (**figure 29**), laissant supposer un transit plus régulier au sein du site tout au long de la nuit.

Ces différents exemples suggèrent, une fois encore, le caractère très opportuniste des chiroptères dans les modalités d'exploitation de leur domaine vital, ce qui rend d'autant plus difficile les tentatives de prévision de leur activité à une échelle locale.

+

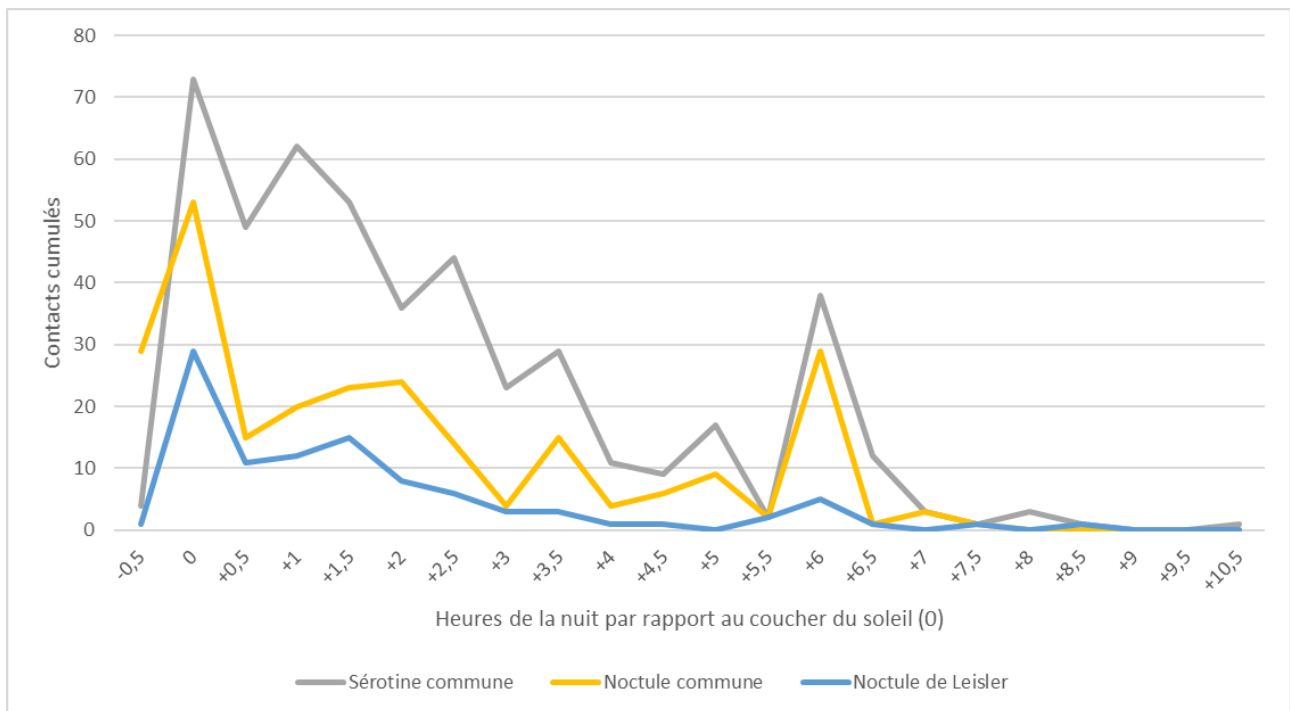


Figure 29 : répartition horaire des contacts de Sérotine commune et de Noctules (commune et Leisler) au cours du suivi de 2021

III- CONCLUSION GENERALE

Le suivi d'activité effectué en 2021 sur le parc du Moulin de Pierre avait pour objectifs d'analyser l'activité des chauves-souris à l'échelle du parc, à partir des enregistrements automatisés des batcorders installés au niveau des éoliennes E5 et E11. Une comparaison avec les données déjà analysées des années 2020 et 2019 a également pu être faite.

L'analyse des signaux des quatre batcorders positionnés au niveau des éoliennes E5 et E11 a permis d'évaluer la proportion du peuplement qui évolue en altitude, dont l'activité représente environ un trente-deuxième de celle enregistrée au niveau du sol. La composition des peuplements diffère sensiblement en altitude, où certaines espèces ne sont pas ou très peu captées (Murins, Barbastelle, Oreillard...). Au sol, deux principales espèces dominent, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl, accompagnées, en altitude, par trois autres espèces (Sérotine commune, Noctule commune et Noctule de Leisler). La répartition saisonnière de l'activité apparaît également différente entre le sol et à hauteur de la nacelle, avec un pic en juin et juillet sur les détecteurs « bottom » et une activité maximale en août et septembre en altitude, qui évoque un comportement migratoire. Les chauves-souris utilisent la zone du parc du Moulin de Pierre principalement comme zone de chasse et de transit en début et en fin de nuit, le contexte agricole intense n'étant pas favorable à une activité de chasse constante. Enfin, un vent faible (< 5 m/s) et des températures relativement douces (>12°C) semblent favoriser l'activité de chasse au sol, l'activité en altitude ne semblant pas être perturbée par des vents plus forts.

La comparaison avec les suivis d'activité de 2019 et de 2020 a permis de mettre en évidence une certaine constance dans les résultats (même cortège d'espèces dominantes, pics d'activité très similaires d'une année à l'autre, influence des paramètres météorologiques similaire...). Seul le niveau d'activité varie d'une année à l'autre, niveau d'activité certainement lié aux densités des populations locales.



BIBLIOGRAPHIE CITÉE OU CONSULTÉE

Anonyme, 2018 – Liste des habitats et espèces déterminantes de la région Centre Val de Loire. Dreal Centre-Val de Loire, Fichier Excel.

Arthur L., Lemaire M., 2015 - Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope (Mèze), coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 2ème éd.: 544 p.

Barataud M., 1994 – Identification sur le terrain des Chiroptère français grâce à un détecteur d'ultrason. Actes des 5ème rencontres nationales « chauves-souris » à Bourges, SFEPM, Bourges, p. 19-22.

Barataud M., 1996 - Ballades dans l'inaudible, Sittelle éd.: 48 p, + 2 cd.

Barataud M., 2002 – Méthode d'identification acoustique des chiroptères d'Europe : mise à jour printemps 2002. Sittelle, Mens, CD + livret non paginé.

Barataud M., 2012 – Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope & MNHN éd., coll. Inventaire & biodiversité : 344 p. + cd audio.

Barataud M., 2020 - Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope & MNHN éd., coll. Inventaire & biodiversité : 3460p. + cd audio.

Boyer P., Chatton T., Dohogne R., 2009 - Diagnostic des zones de sensibilité pour les chiroptères vis-à-vis des projets éoliens dans le département de l'Indre. Indre Nature, Châteauroux : 115 p.

Brinkmann R., 2006 - Études sur les impacts potentiels liés au fonctionnement des éoliennes sur les chauves-souris du district de Fribourg. Nichtamtliche Übersetzung : 77 p.

Brosset A., 1966 – La biologie des chiroptères. Masson et Cie éd., Paris : 240 p.

Carrière M., 2019 – Suivi des chiroptères. Parc éolien du Moulin de Pierre (Le Gault-Saint-Denis, 28). Saison 2019. Bureau d'études Les-Snats (Taillebourg, 17), Zéphyr (St-Avertin, 37), février 2020 : 64 p.

CSRPN, 2012 - Liste rouge des chauves-souris de la région Centre (2012) : 1 p.

CSRPN, 2015 - Liste rouge des espèces de mammifères déterminantes : les chiroptères. Liste actualisée et validée en CSRPN du 15 décembre 2015 : 3 p.

Dietz C., Helversen O. Von, 2004 - Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe. Publication électronique, Version 1.0 publiée le 5.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Allemagne).

Dietz C., Helversen O. von, Nill D., 2009 - L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord. Biologie, caractéristiques, protection. Delachaux & Niestlé éd., Neuchâtel : 400 p.

Dietz C., Kiefer A., 2015 - Chauves-souris d'Europe. Connaître, identifier, protéger, Delachaux & Niestlé éd., Paris : 398 p.

DIREN Centre, 2008 - Note d'orientation des études d'impact pour les projets de parcs éoliens. Diren Centre : 5 p.

DIREN-CENTRE & CSRPN, 2003 - Guide des espèces et des milieux déterminants en région Centre. Actualisation de l'inventaire régional des Znieff. Document validé par le CSRPN le 8 janvier 2003 : 79 p.

DREAL Centre, 2012 - Actualisation de l'inventaire régional des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF). Guide des espèces et milieux déterminants en région Centre. Date de première validation par le CSRPN : 8 janvier 2003. Document actualisé le 17/01/2012 : 75 p.

Dufrêne L., 2018 - Suivi chiroptérologique d'un parc éolien sur les communes du Pré-Saint-Martin et du Gault-Saint-Denis (28). Année 2018. Bureau d'études Léa Dufrêne (Forges-les-Bains, 91), Zéphyr (Saint-Avertin, 37) : 72 p.

Dulac P., 2010 - Bilan de 3,5 années de suivi de la mortalité des chiroptères sous les éoliennes de Bouin (Vendée). Symbiose, nouv. Ser., 25 : 32-36.

Gourmand A.-L., 2009 - Les Chiroptères – Plan régional d'actions 2009-2013 - Région Centre. Sologne Nature Environnement : 67 p.

Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016 - Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de chiroptères, Version 2.1 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 17 pp.

Hodos, W., Potocki, A., Strom, T. & Gaffney, M., 2001 - Reduction of Motion Smear to Reduce Avian Collisions with Wind Turbines. In Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting IV (ed. PNAWPPM-IV), pp. 88-106. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, Carmel, California.

Hötker, H., Thomsen, K.-M. & H. Jeromin, 2006 - Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

Huso M., Som N. & Ladd L., 2012 - Fatality estimator user's guide (ver. 1.1, December 2015): U.S. Geological Survey Data Series 729, 22 p., <http://dx.doi.org/10.3133/ds729>.

IEA (Institut d'Ecologie Appliqué), Coüasnon L., 2005 - Etude des enjeux faunistiques et paysagers liés à l'installation de parcs éoliens en Beauce. Diren Centre: 196 p.

IUCN, 2008 - The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>

Jones G., Cooper-Bohannon R., Barlow K. & Parsons K., 2009 - Scoping and method development report: determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. University of Bristol and Bat Conservation Trust, London, 150 pp.

Léger F., 1992 - Sur la présence de la Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1819) en Eure-et-Loir, Loir-et-Cher et Sarthe. Bull. Soc. Amis Mus. Chartres Nat. Eure-et-Loir, 11: 2-5.

Léger F., 1995 - Notes sur les chiroptères du département de l'Eure-et-Loir. Bull. Soc. Amis Mus. Chartres Nat. Eure-et-Loir, 15 : 44-55.

Marx G., 2017 - Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. LPO, Rochefort (17): 92 p.

MEEDDM, 2015 - Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres. Mise à jour, novembre 2015: 40 p.

Meschede A., Heller K.G., 2003 – Ecologie et protection des chauves-souris en milieu forestier. Le Rhinolophe, 16 : 1-214 (adaptation française).

MTES (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire), 2018 - Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres. Révision 2018: 20 p.

Niermann I., Brinkmann R., Behr O., Korner-Nievergelt F., Mages J., 2009 - Recherche systématique de cadavres – Conditions méthodologiques, méthodes d'analyse statistique et résultats. Conférences sur les méthodes d'analyse et de réduction des risques de collision des Chiroptères avec les éoliennes onshore, Traduit de l'allemand par Nathalie Delarbre, traductrice technique allemand-anglais (nathaliedelarbre@hotmail.com) Octobre 2009: 10-11.

Pratz J.L., 2010 - Deuxième programme de suivis avifaunistiques et chiroptérologiques des parcs éoliens de la région Centre. Programmation prévisionnelle 2010-2016. CDC Biodiversité : 28 p.

Rodrigues L., Bach L., Dubourg-Savage M.-J., Goodwin J. & C. Harbush, 2008 - Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. EUROBATS Publication Series No. 3 (version française). PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 55 pp.

Rodrigues L. et al., 2015 - Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.

SFPEM (Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères), 2006 - Recommandations pour une expertise chiroptérologique dans le cadre d'un projet éolien. Résumé synthétique de la démarche. SFPEM, Bourges: 7 p. (document disponible sur www.sfpepm.org).

SER (Syndicat des Energies Renouvelables), SFPEM (Société Française d'Etudes et de Protection des Mammifères), LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux), 2010 – Protocole d'étude chiroptérologique sur les projets de parcs éoliens. Première étape : document de cadrage. SER : 8 pp.

Sierro A., Arlettaz R., 1997 - Barbastelle bats (*Barbastella* spp.) specialize in the predation of moths : implications for foraging tactics and conservation. Acta Oecologia, 18(2) : 91-106.

Sirot B., 2008 - Guide des habitats naturels déterminants Znieff de la région Centre. Dreal Centre, CBN-BP: 97 p.

Turpinier Y., 1996 - L'univers acoustique des chiroptères d'Europe, Soc. Linn. Lyon: 133 p.

UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2009 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France: 12p.

Winkelmann 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.