



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 2023

V3 du 14 mars 2024



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 :	3
TABLES DES FIGURES :	3
TABLE DES TABLEAUX :	4
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 :	9
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 :	17
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
2.1- Intérêt patrimonial	21
2.2- Résultats du suivi	22
III- CONCLUSIONS	33
BIBLIOGRAPHIE CITÉE OU CONSULTÉE	34

Photo de couverture : parc éolien du Moulin de Pierre nord (17/04/2022)

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
Carte 2 : répartition de la Barbastelle en Europe (source : www.iucnredlist.org)	23
Carte 3 : répartition de la Barbastelle en France (Arthur & Lemaire, 2015).....	23
Carte 4 : répartition du Grand et du Petit Murin en Europe (adapté d'après Arthur & Lemaire, 1999) ...	24
Carte 5 : répartition de la Pipistrelle de Nathusius en France (d'après Arthur & Lemaire, 2015).....	30

TABLES DES FIGURES :

Figure 1 (à gauche) : principe de l'installation du batcorder dans la nacelle (source : www.wildcare.eu)	7
Figure 2 : proportion des contacts enregistrés au sol et en altitude au niveau des éoliennes E3 et E6..	9
Figure 3 : répartition des contacts par espèce pour l'ensemble des batcorders	10
Figure 4 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders de E5	11
Figure 5 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders de E11	11
Figure 6 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders « bottom »	12
Figure 7 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders « top »	12
Figure 8 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-bottom de E5	13
Figure 9 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-bottom de E11	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-top de E11.....	13
Figure 12 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders de E5	13
Figure 13 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders de E11	13
Figure 14 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders « bottom »	14
Figure 15 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders « top »	14
Figure 16 : répartition mensuelle des contacts de chiroptères (total des 4 batcorders)	14
Figure 17 : répartition journalière de l'activité des chiroptères au niveau des batcorders « bottom » (exprimée en nombre de contacts par nuit)	15
Figure 18 : répartition journalière de l'activité des chiroptères au niveau des batcorders « top » (exprimée en nombre de contacts par nuit)	16
Figure 19 : répartition des contacts par tranche d'une heure à partir du coucher du soleil pour les batcorders « bottom »	16
Figure 20 : répartition des contacts par tranche d'une heure à partir du coucher du soleil pour les batcorders « top »	17
Figure 21 : activité enregistrée au niveau des deux batcorders « bottom » en fonction de la température (en nombre de contacts par tranche de 1°C)	18
Figure 22 : activité enregistrée au niveau des deux batcorders « top » en fonction de la température (en nombre de contacts par tranche de 1°C)	18
Figure 23 : répartition des contacts (batcorders bas) en fonction de la vitesse du vent mesurée au sol	19
Figure 24 : répartition des contacts (batcorders haut) en fonction de la vitesse du vent mesurée en nacelle	19
Figure 25 : principe de l'évaluation des enjeux par espèce	21
Figure 26 : variation journalière de l'activité de la Noctule commune au niveau des batcorders	26
Figure 27 : répartition des contacts de Noctule commune au cours du nycthémère	26
Figure 28 : variation journalière de l'activité de la Noctule de Leisler au niveau des batcorders	27
Figure 29 : répartition des contacts de Noctule de Leisler au cours du nycthémère.....	28
Figure 30 : variation journalière de l'activité de la Pipistrelle de Kuhl au niveau des batcorders	29
Figure 31 : répartition des contacts de Pipistrelle de Kuhl au cours du nycthémère	30

Figure 32 : variation journalière de l'activité de la Pipistrelle commune (données des batcorders)	31
Figure 33 : répartition des contacts de Pipistrelle commune au cours du nycthémère	31
Figure 34 : variation journalière de l'activité de la Sérotine commune au niveau des batcorders	32
Figure 35 : répartition des contacts de Sérotine commune au cours du nycthémère	32

TABLE DES TABLEAUX :

Tableau I : activité par espèce et par batcorder (nombre de contacts pour l'ensemble du suivi 2022) .	10
Tableau II : critère d'évaluation de la patrimonialité des chiroptères.....	21
Tableau III : statut des chiroptères identifiés sur le site	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
Photo 4 : Barbastelle observé sous un pont.....	23
Photo 5 : Grand Murin dans un bâtiment désaffecté (photo hors site)	24
Photo 6 : colonie de Murin de Daubenton sous un pont	24
Photo 7 : Murin de Natterer (photo hors site)	25
Photo 8 : Noctule de Leisler (photo hors site)	27
Photo 9 : Oreillard roux dans une anfruosité d'un pont (photo hors site)	28
Photo 10 : Pipistrelle de Kuhl en sortie de gîte (photo hors site)	29
Photo 9 : Oreillard gris.....	33

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 les périodes d'activité des chiroptères. Ce rapport présente les résultats pour la saison d'enregistrement 2023.

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



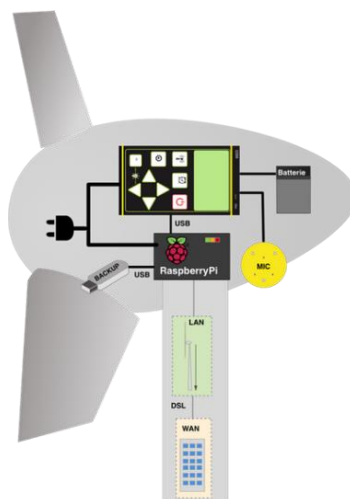
Photo 2 : mât au pied de l'éolienne E11

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 8h 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 13/03/2023 et le 19/11/2023 (sauf le 28 et 29/08/2023 pour le détecteur au sol) et les deux batcorders de l'éolienne E5 entre le 15/03/2023 et le 21/11/2023. Les premiers signaux ont été captés le 14/03 sur le batcorder au pied de l'éolienne E11 (un contact de Pipistrelle sur la première partie de nuit), le dernier contact ayant été capté le 21/11 sur le batcorder au pied de l'éolienne E5 (1 contact de Pipistrelle de Kuhl à 23h13).

Au total, les données récupérées grâce aux 4 batcorders ont permis de couvrir une période continue de 251 nuits entre début mars et début novembre, soit l'équivalent de plus 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

Les principales difficultés rencontrées sont liées aux problèmes d'identification des groupes d'espèces proches (notamment pour le 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 enregistrements issus des batcorders ont une durée qui varie entre 872 millisecondes et plusieurs dizaines de secondes, 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, la principale difficulté rencontrée a été d'identifier les cris des Pipistrelles des groupes Kuhl / Nathusius et commune / Nathusius, ces espèces ayant des signaux ultrasonores très proches lorsqu'elles évoluent dans des milieux très ouverts. Lors du suivi de 2023, seulement 5 contacts ont été rattachés au groupe indifférencié « Pipistrelle commune / Nathusius », ce qui représente une très faible part des identifications.

En dehors de ces principales limites, l'analyse des enregistrements en continu obtenus par les batcorders a été très chronophage, notamment pour le détecteur proche du sol de l'éolienne E11. En effet, un bruit parasite remplissait la carte mémoire de manière continue, rendant fastidieux l'isolement des séquences de chiroptères (le seul détecteur au sol de l'éolienne E11 totalise plus de 75 000 séquences).

Pour limiter les potentiels biais sur les résultats, de multiples échantillonnages ont donc été réalisés pour les batcorders, en multipliant des pré-traitements par plusieurs logiciels (Kaléidoscope, Scan R', Sonochiro) afin de faire ressortir au mieux les contacts de chiroptères. Néanmoins, cette technique a été couplée à un échantillonnage manuel et aléatoire, les signaux de chiroptères étant occultés par le bruit parasite.

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 :

7 797 contacts de chiroptères ont été recueillis au total au niveau des 4 batcorders, au cours de la saison 2023, soit une activité globale bien inférieure à celles notées en 2021 (19 042 contacts), mais comparable à celles de 2019, 2020 et 2022 sur le même dispositif de suivi (total de 8 407 contacts en 2022, de 8 417 contacts en 2020 et de 7 007 contacts en 2019). Cette activité plus forte en 2021 a été principalement expliquée par un pic d'activité centré sur la fin du mois de juin et le début du mois de juillet au sol, pouvant 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 opportuniste, 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 95,5% de l'activité a été notée au niveau des batcorders situés aux pieds des éoliennes E5 et E11, contre seulement 4,5% au niveau des nacelles de ces mêmes éoliennes, soit un rapport d'environ 1 pour 21 entre l'activité mesurée en altitude et celle relevée au sol. Cette distribution est significativement plus marquée pour l'éolienne E11 (**figure 2**).

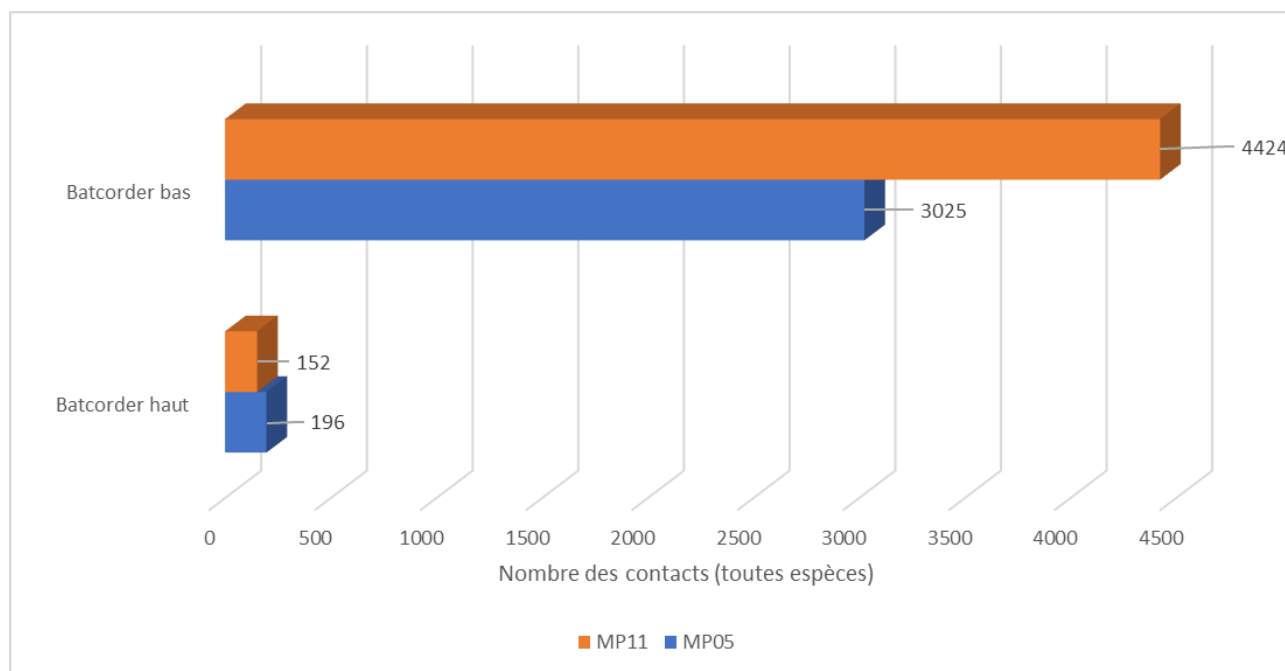


Figure 2 : proportion des contacts enregistrés au sol et en altitude au niveau des éoliennes E3 et E6

Du fait de la durée variable des séquences enregistrées (comprise entre 872 ms et plusieurs dizaines de secondes), il a été choisi d'associer **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 (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 de certaines séquences.

L'activité horaire mesurée est très faible (moyenne inférieure à 1 contact/heure pour l'ensemble des batcorders), du fait du nombre total d'heures d'enregistrement (proche de 8 700 heures en tout pour les 4 batcorders).

1.2- Analyse du peuplement :

Neuf espèces, complétées par deux 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 **tableau I**.

Tableau I : activité par espèce et par batcorder (nombre de contacts pour l'ensemble du suivi 2022)

Nom français	MP05 Bottom	MP05 Top	MP05 Total	MP11 Bottom	MP11 Top	MP11 total	Total général
Barbastelle d'Europe	10		10	11		11	21
Grand Murin	10		10	9		9	19
Murin de Daubenton	1		1			-	1
Murin de Natterer			-	1		1	1
Noctule commune	200	65	265	59	22	81	346
Noctule de Leisler	133	17	150	82	24	106	256
Oreillard gris	23		23	43		43	66
Oreillard roux			-	1		1	1
Pipistrelle commune	942	26	968	3251	38	3289	4257
Pipistrelle commune/Nathusius			-	5		5	5
Pipistrelle de Kuhl	1389	39	1428	704	20	724	2152
Sérotine commune	317	49	366	258	48	306	672
<i>Total espèces</i>	9	5	9	11	5	11	12
Total contacts	3025	196	3221	4424	152	4576	7797

Le peuplement recensé en 2023 est composé majoritairement de deux espèces (Pipistrelle commune et Pipistrelle de Kuhl), qui totalisent à elles seules environ 83% du total des contacts. Trois autres espèces peuvent être considérées comme secondaires, puisqu'elles totalisent chacune plus de 1% du total des contacts (Sérotine commune : 9% ; Noctule commune : 4% ; Noctule de Leisler : 3%). Toutes les autres espèces représentent une très faible part du peuplement observé, avec moins de 1% du total des contacts (**figure 3**).

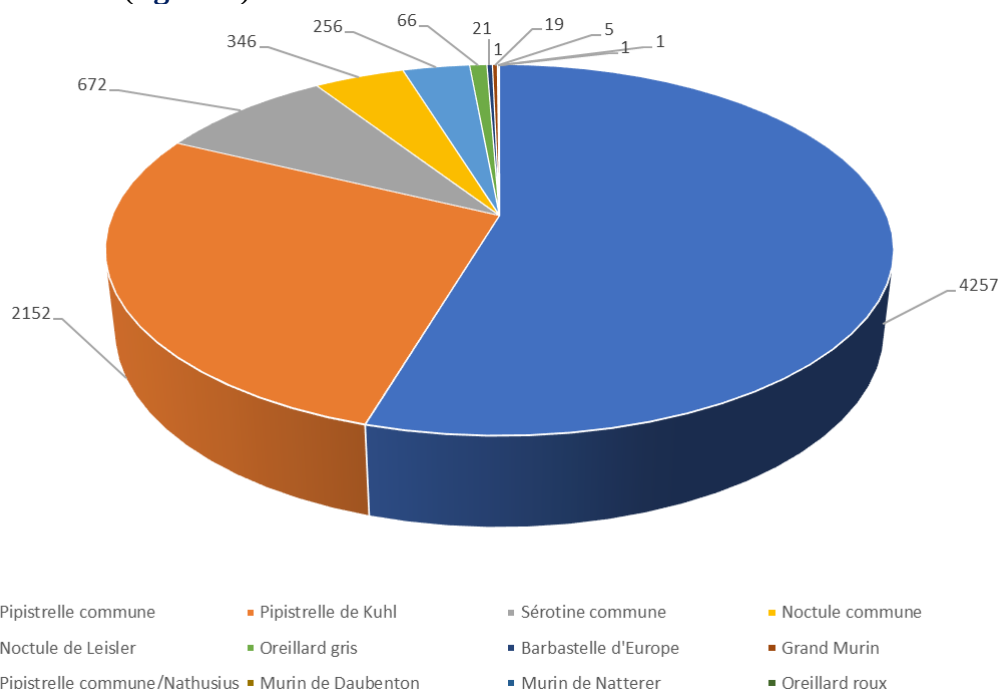


Figure 3 : répartition des contacts par espèce pour l'ensemble des batcorders

Le peuplement recensé en 2023 est très proche de celui recensé en 2019, 2020 et 2022 mais comporte toutefois moins d'espèces qu'en 2021. La répartition des contacts par espèce est également très similaire aux années précédentes, avec le couple Pipistrelle commune/Pipistrelle de Kuhl qui représente la grande majorité des contacts.

Les différences de peuplement entre les éoliennes E5 et E11 concernent principalement les proportions des deux espèces dominantes. La Pipistrelle de Kuhl est plus présente au niveau de l'éolienne E5 (44% des contacts), tandis que la Pipistrelle commune est très majoritaire sur l'éolienne E11 (près de 75% des contacts). Le groupe des trois espèces secondaires est globalement équivalent, avec cependant une représentation de ces espèces légèrement plus marquée au niveau de l'éolienne E5. Toutes les autres espèces totalisent un très faible nombre de contacts sur chacune des éoliennes, avec toutefois une diversité légèrement plus élevée pour l'éolienne E11.

Les **figures 4 et 5** montrent la distribution par espèce des contacts recueillis respectivement au niveau des éoliennes E5 et E11.

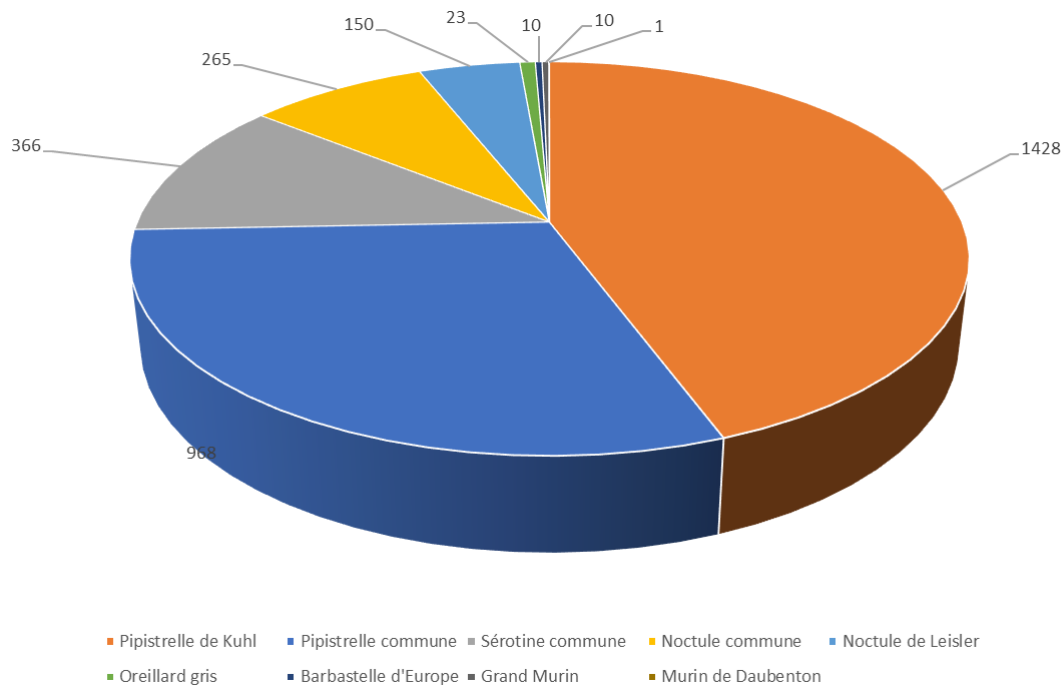


Figure 4 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders de E5

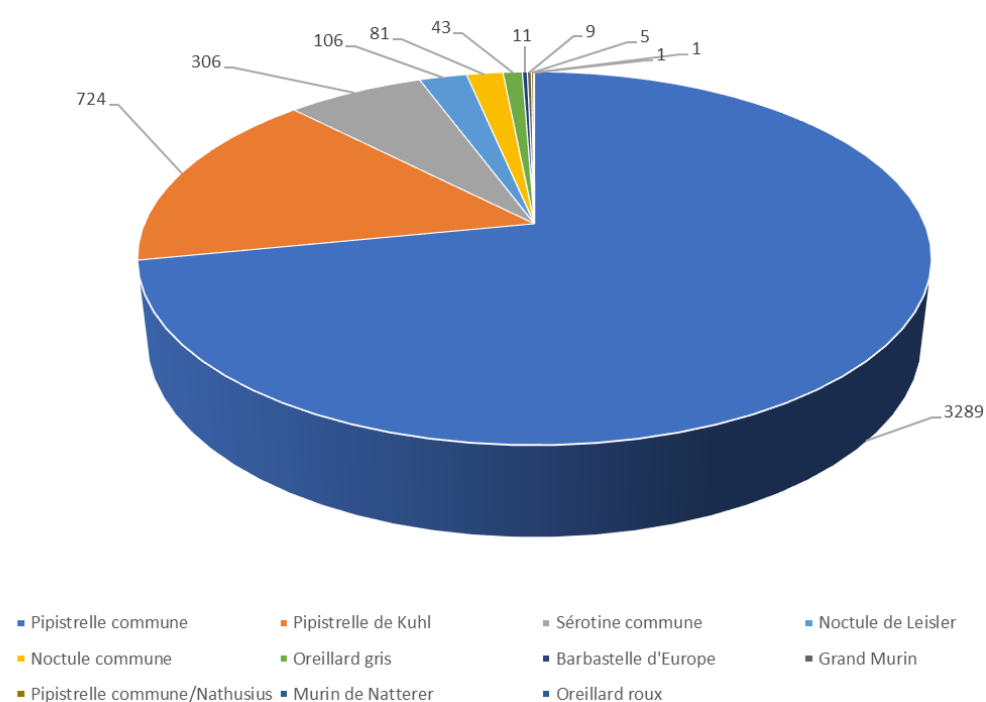


Figure 5 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders de E11

Les différences de peuplement sont 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 plus faible (5 espèces au total pour les deux batcorders « top » de E5 et E11 contre 12 espèces (ou groupes d'espèces) au niveau des batcorders « bottom »), avec une représentativité plus importante des espèces se rapportant au groupe des Noctules et Sérotine (Sérotules) pour les relevés en altitude (**figures 6 et 7**). Par ailleurs et pour rappel, les batcorders positionnés au pied des éoliennes ont permis d'enregistrer près de 95% du total des contacts avec 7 449 contacts toutes espèces confondues, contre seulement 348 contacts toutes espèces confondues sur les batcorders situés en nacelle.

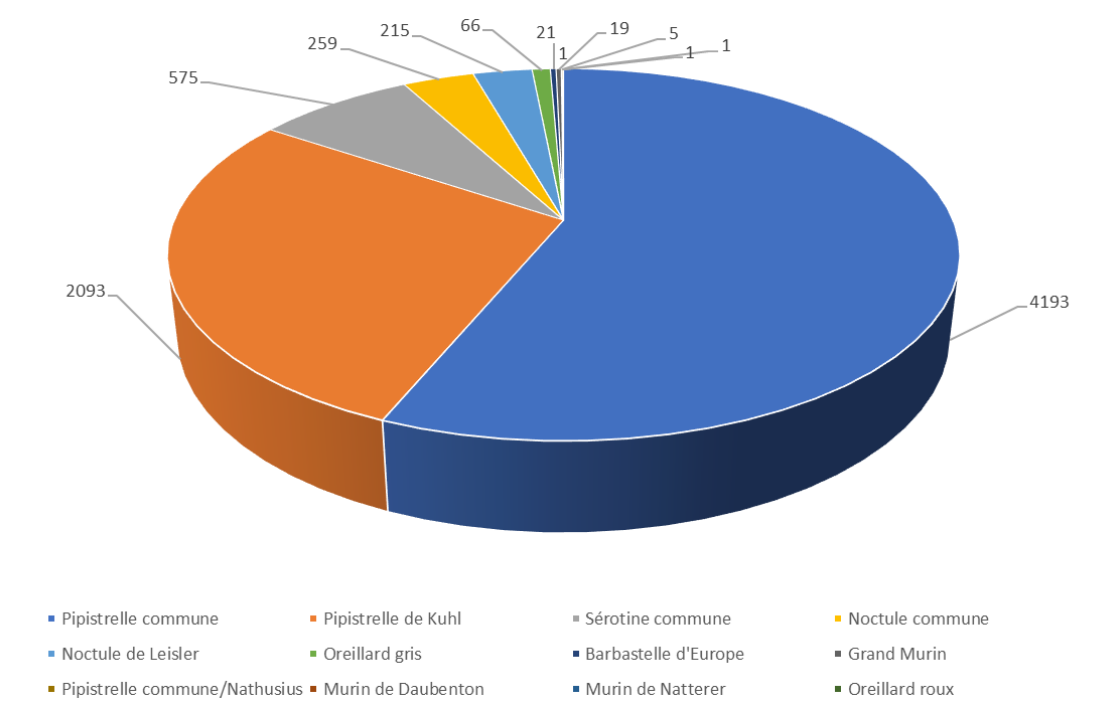


Figure 6 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders « bottom »

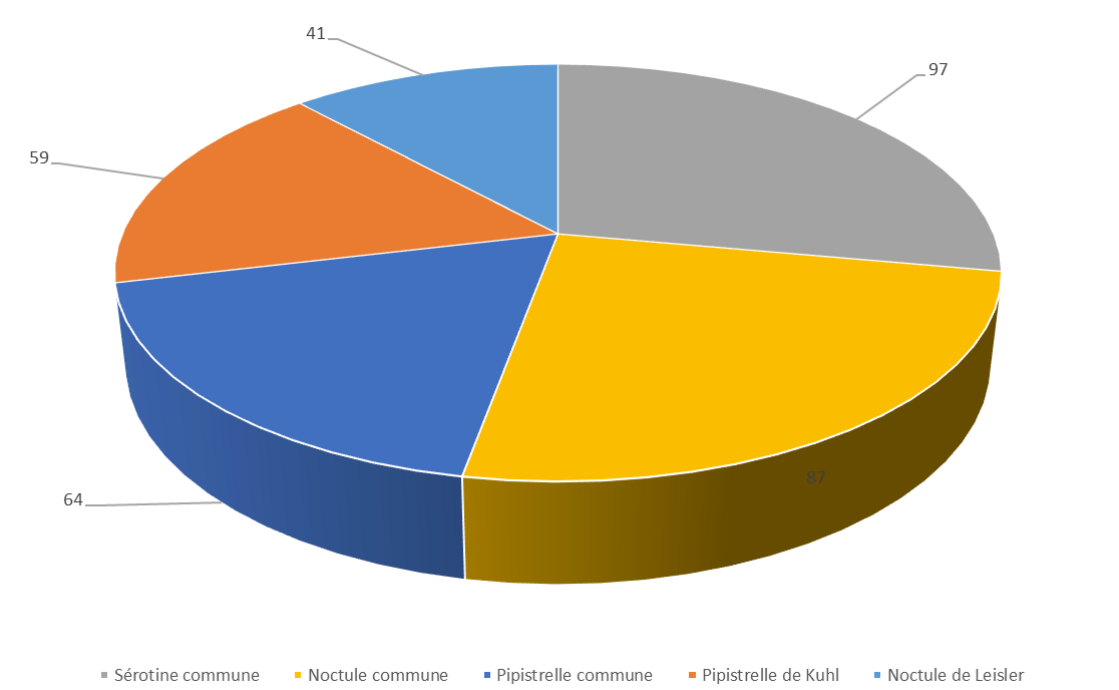


Figure 7 : répartition par espèce des contacts enregistrés par les 2 batcorders « top »

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. Si les répartitions mensuelles sont globalement équivalentes entre les éoliennes E5 et E11, des différences apparaissent sur l'intensité des pics surtout sur les batcorders au sol, l'éolienne E5 montrant un pic d'activité modéré en juin et plus fort en automne (août à octobre) et l'éolienne E11 montrant un pic d'activité plus fort en juin et plus modéré en automne. En altitude, la répartition mensuelle est similaire entre les deux éoliennes (pic d'activité en août et septembre). Ces résultats tendent à indiquer à la fois des modalités d'exploitation du site plutôt hétérogènes par les chiroptères, mais aussi la présence d'une fraction migratrice au sein du peuplement de chiroptères, avec un surcroît d'activité en altitude au moment du transit automnal.

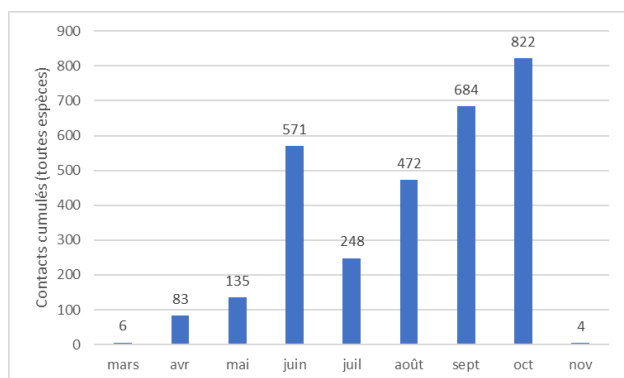


Figure 8 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-bottom de E5

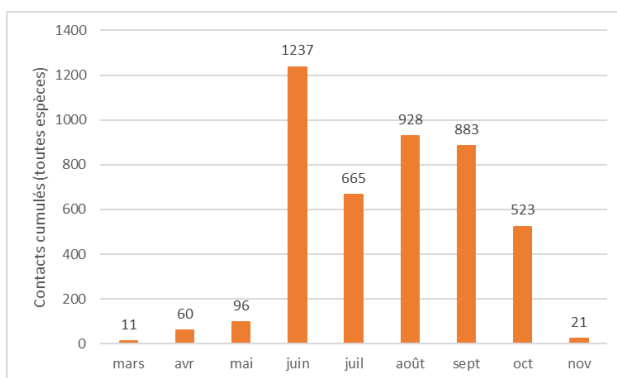


Figure 9 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-bottom de E11

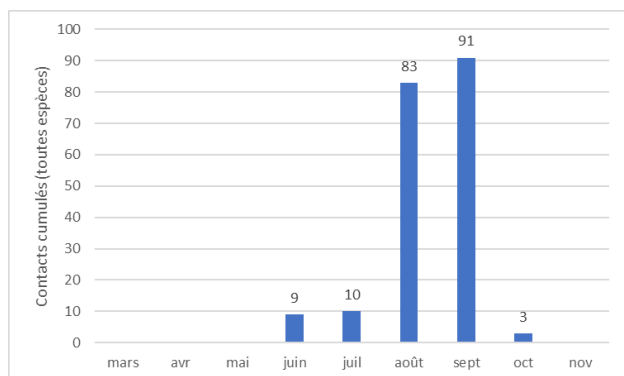


Figure 10 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-top de E5

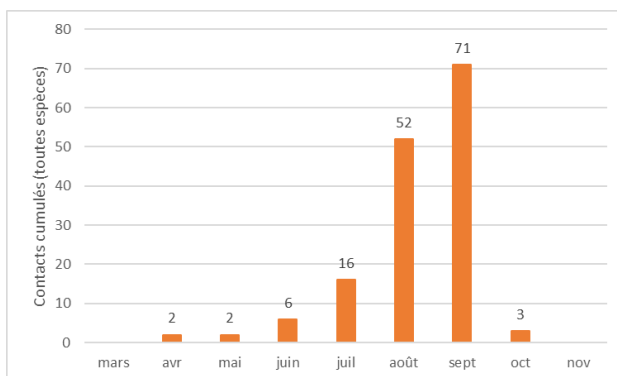


Figure 11 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par le batcorder-top de E11

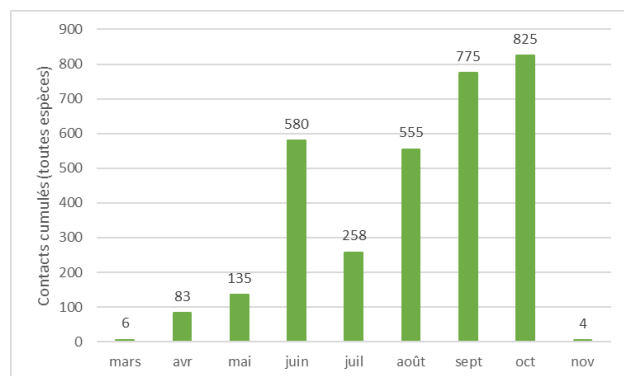


Figure 12 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders de E5

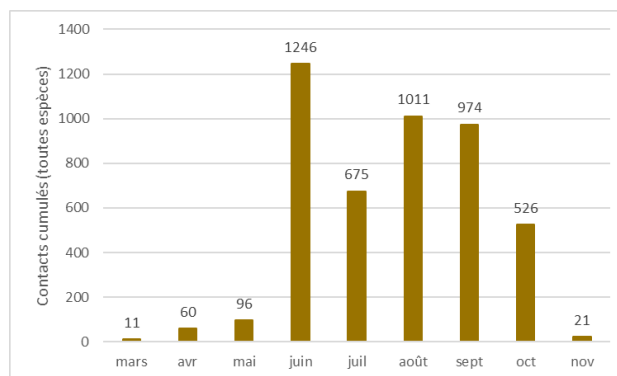


Figure 13 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders de E11

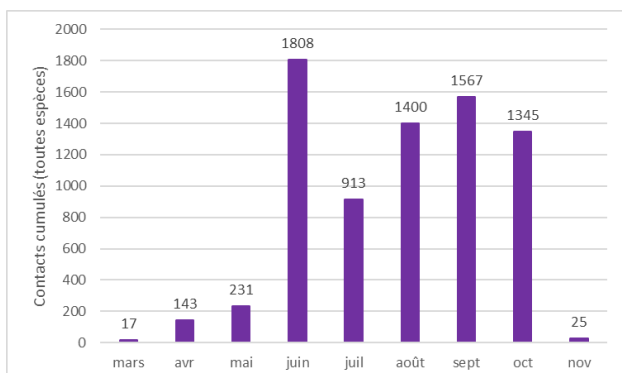


Figure 14 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders « bottom »

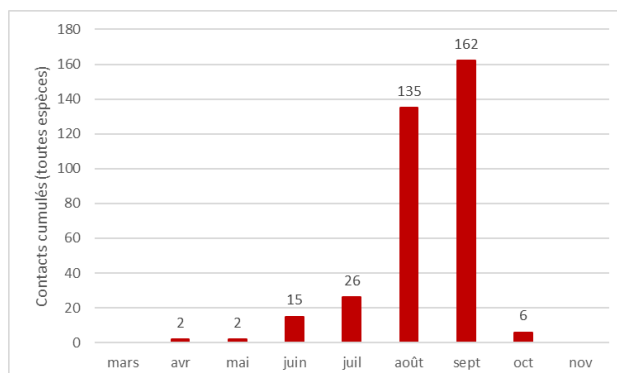


Figure 15 : répartition mensuelle des contacts enregistrés par les deux batcorders « top »

En cumulant les contacts des 4 batcorders (**figure 16**), il apparaît que les pics des mois de juin, août, septembre et octobre représentent respectivement 23%, 20%, 22% et 17% du total des contacts. Le cumul de l'activité entre les mois de juin et de d'octobre représente en tout 94,6% du nombre total de contacts enregistré sur l'année entière. Ces résultats sont similaires avec ceux obtenus lors des précédentes sessions, avec un maximum d'activité centré sur la période estivale et automnale.

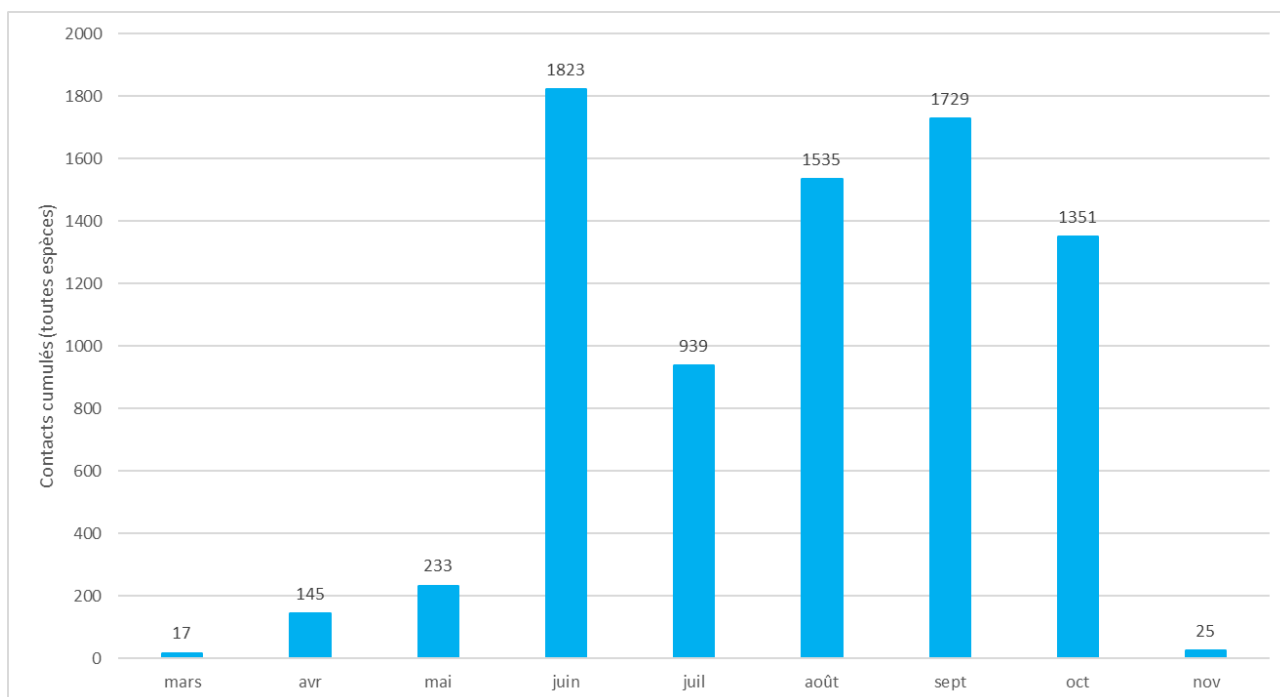


Figure 16 : répartition mensuelle des contacts de chiroptères (total des 4 batcorders)

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), vraisemblablement en fonction des conditions météorologiques de l'année, et d'une composante migratrice à phénologie plus tardive en fin d'été (août à octobre). Dans tous les cas, l'activité en début de printemps (mars à mai) reste faible à très faible. Le réchauffement global des températures depuis plusieurs années induit une activité des chiroptères plus tardive dans la saison, avec la présence de nombreux contacts au mois d'octobre.

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 et automnale dans le cas des batcorders « bottom » (**figure 17**), et des fluctuations plutôt centrées sur la période de transit automnal (notamment entre mi-août et mi-septembre) dans le cas des batcorders « top » (**figure 18**).

Dans le cas des batcorders « bottom », cinq importants pics d'activité ont été notés dans la nuit du 20 juin (304 contacts), du 2 juillet (203 contacts), du 18 août (295 contacts), du 7 octobre (341 contacts) et du 10 octobre (228 contacts), ces cinq nuits totalisant près de 20% du total des contacts obtenu sur les batcorders « bottom ». 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), petit pois (pic en mai / juin)... Les pics tardifs (octobre) peuvent aussi s'expliquer par un climat doux pour la saison, motivant les chiroptères à gonfler leurs réserves énergétiques pour passer l'hiver. 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.

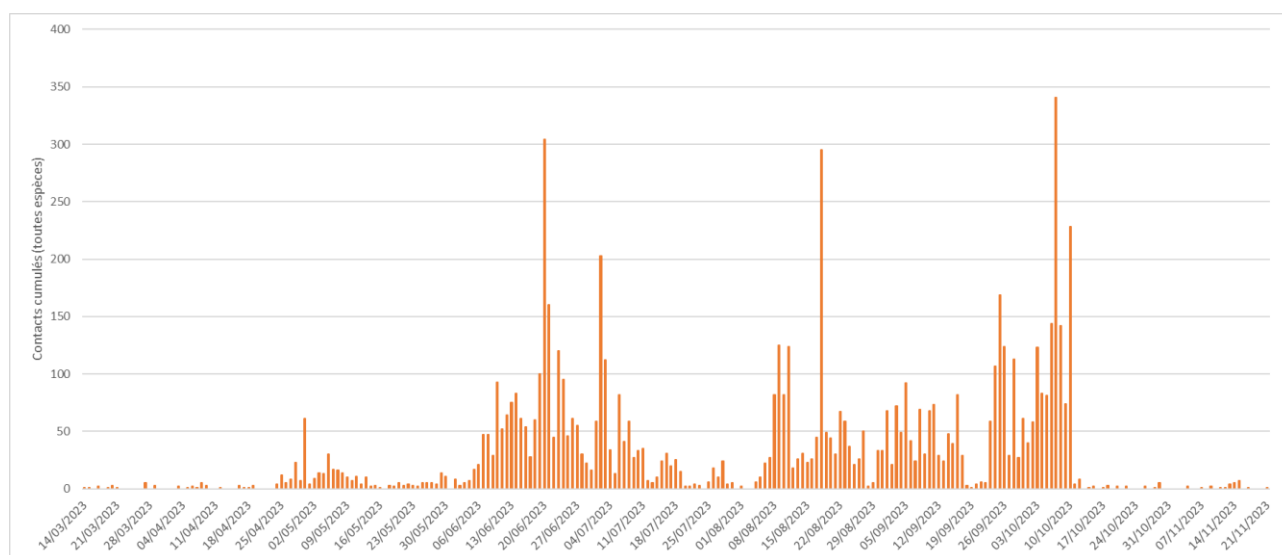


Figure 17 : répartition journalière de l'activité des chiroptères au niveau des batcorders « bottom » (exprimée en nombre de contacts par nuit)

Dans le cas des écoutes en nacelle (**figure 18**), l'activité reste très peu notable en période printanière, avec seulement 4 contacts entre le mois de mars et la fin du mois de mai. Les pics d'activité concernent uniquement la période automnale (principalement entre le 15 août et le 15 septembre), et semblent donc indiquer le passage d'individus en transit migratoire. Ces résultats sont très similaires à ceux obtenus lors des années précédentes.

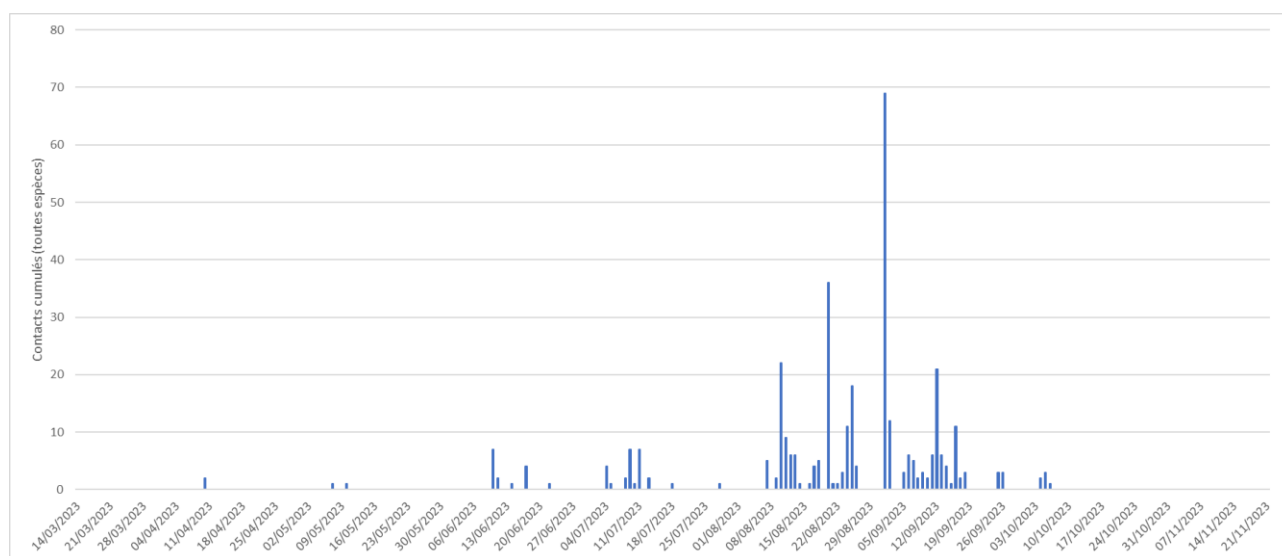


Figure 18 : répartition journalière de l'activité des chiroptères au niveau des batcorders « top » (exprimée en nombre de contacts par nuit)

1.5- Analyse de l'activité horaire :

La répartition des contacts par tranche d'une demi-heure a été calculée à partir de l'heure légale du coucher du soleil (obtenue pour la ville de Civry - 28200), 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 19 et 20**.

Pour les contacts obtenus au sol, un pic assez marqué est notable en début de nuit, sur les trois premières heures suivant le coucher du soleil, avec ensuite un étalement des contacts au cours du nycthémère, surtout jusqu'à +6 heures après le coucher du soleil. Passé cet horaire, l'activité reste peu significative.

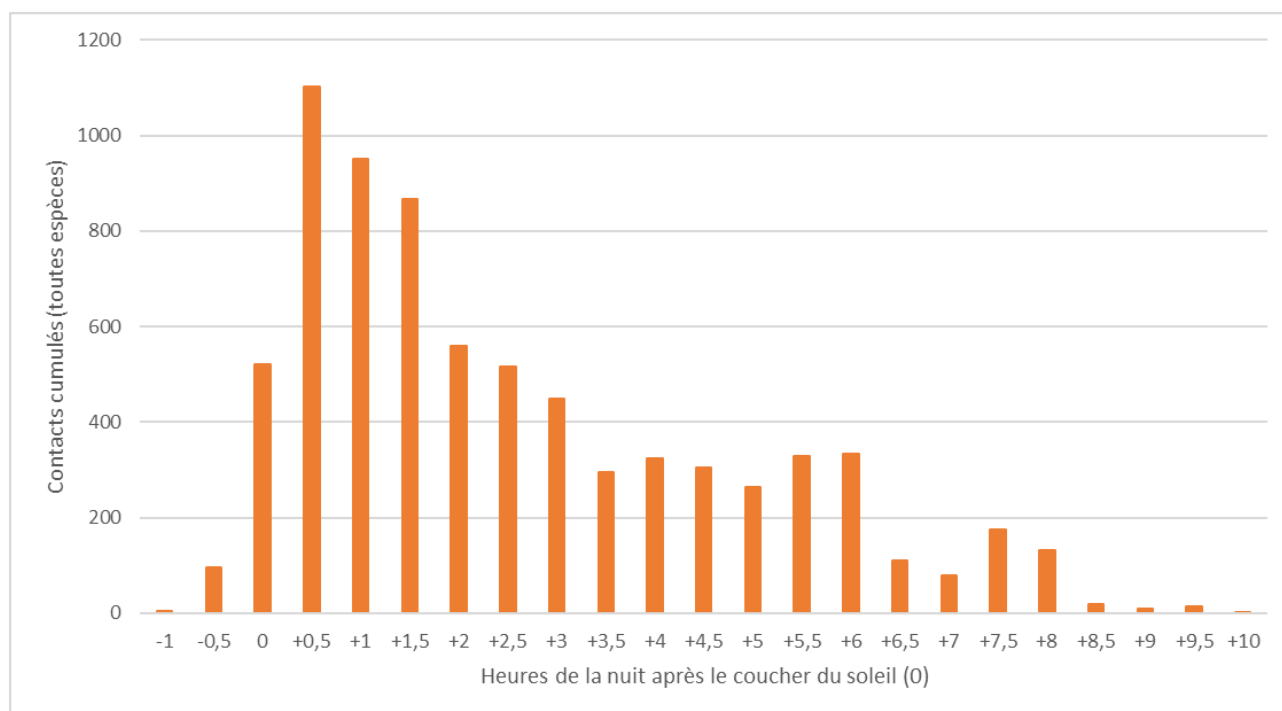


Figure 19 : répartition des contacts par tranche d'une heure à partir du coucher du soleil pour les batcorders « bottom »

En altitude, l'activité est plus hétérogène, avec également un premier pic d'activité sur la première heure suivant le coucher du soleil, puis avec des rebonds d'activité au cours de la nuit, notamment entre +2 et +3 heures après le coucher du soleil, à +4 heures après le coucher du soleil puis à +7,5 heures après le coucher du soleil. Les proportions restent cependant bien plus faibles en altitude qu'au sol, rendant ainsi l'approche statistique moins performante (pour rappel, seulement 348 contacts ont été obtenus en altitude, contre 7 449 contacts au sol).

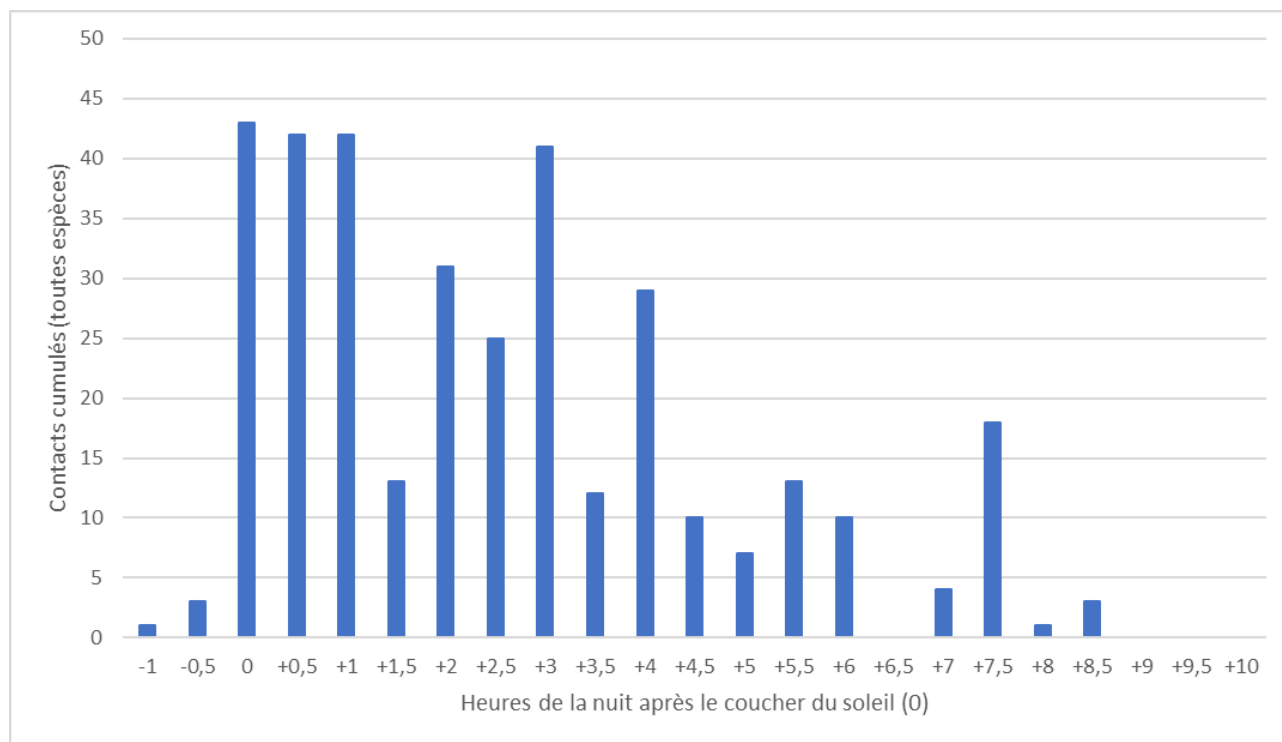


Figure 20 : répartition des contacts par tranche d'une heure à partir du coucher du soleil pour les batcorders « top »

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 très peu actifs en dessous de 10°C (seulement 69 contacts pour des valeurs inférieures pour l'activité au sol et aucun contact en dessous de 13°C en altitude).

L'essentiel de l'activité a lieu entre 12°C et 22°C pour les enregistrements pris au niveau du sol (batcorders bottom), et plutôt entre 19°C et 26°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 (**figures 21 et 22**). Des distributions très similaires avaient déjà été notées lors des précédentes sessions d'enregistrements.

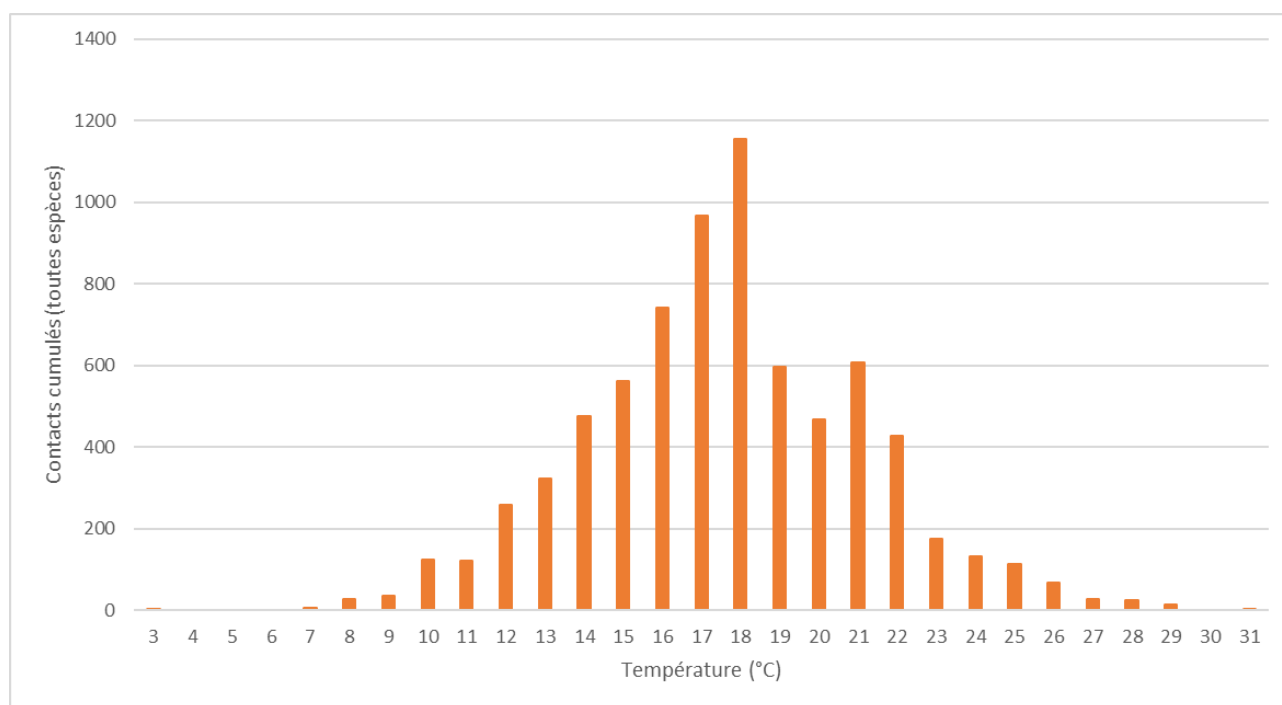


Figure 21 : activité enregistrée au niveau des deux batcorders « bottom » en fonction de la température (en nombre de contacts par tranche de 1°C)

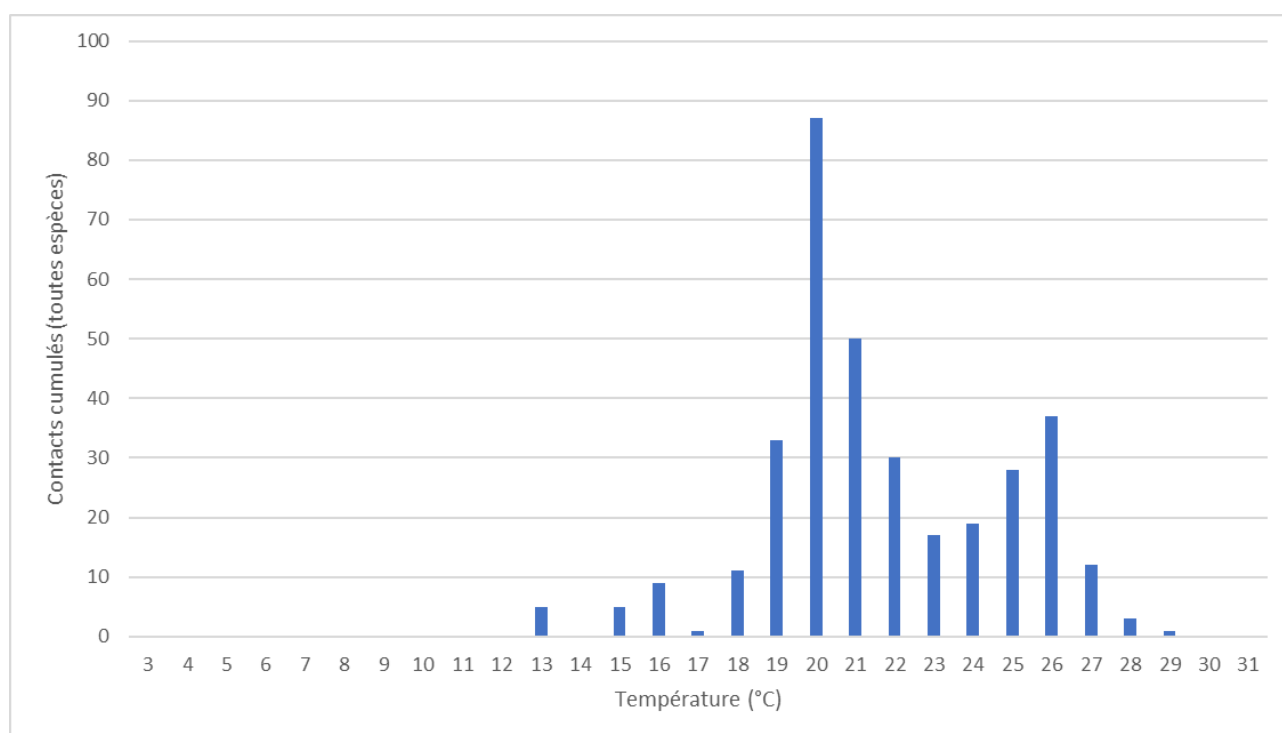


Figure 22 : activité enregistrée au niveau des deux batcorders « top » en fonction de la température (en nombre de contacts par tranche de 1°C)

L'optimum de température se situe autour de 17°C à 18°C dans le cas des batcorders « bottom », ce qui correspond à peu près à la température nocturne moyenne (19,77°C) pour l'ensemble de la période de suivi. Pour les batcorders « top », la répartition des contacts correspond majoritairement aux températures élevées, traduisant un impact assez fort des températures plus basses en altitude, la moyenne pour l'ensemble de la période de suivi étant d'environ 11°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 assez différentes selon l'altitude. Au niveau du sol (**figure 23**), l'activité apparaît centrée sur l'intervalle de 1 m/s à 4 m/s, avec une activité décroissante au-delà de cette valeur, puis qui deviennent négligeables au-dessus de 6 m/s. À 100 mètres de hauteur, l'activité, bien que beaucoup plus faible, apparaît plus variable en fonction de la vitesse du vent. Si une grande partie des contacts ont été obtenus pour des vents compris entre 2 m/s et 4 m/s, près d'un quart du total des contacts (23,6%) a été obtenu avec des valeurs de vent plus élevées, avec quelques contacts obtenus jusqu'à 9 m/s (**figure 24**).

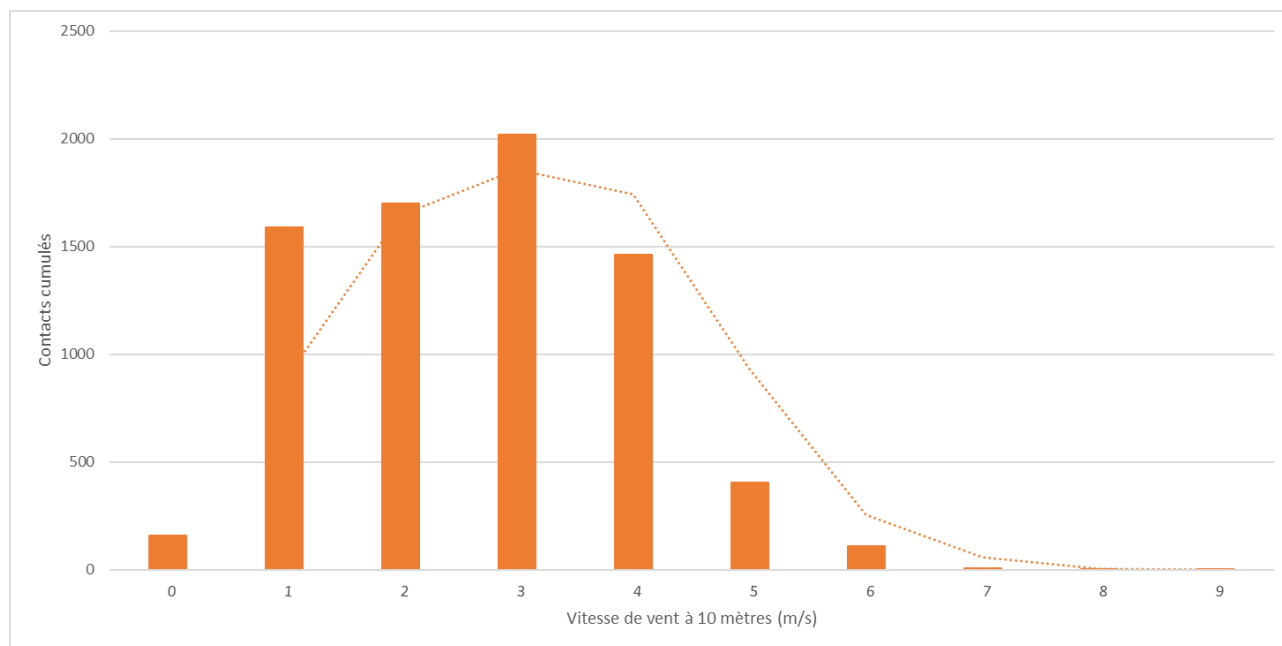


Figure 23 : répartition des contacts (batcorders bas) en fonction de la vitesse du vent mesurée au sol

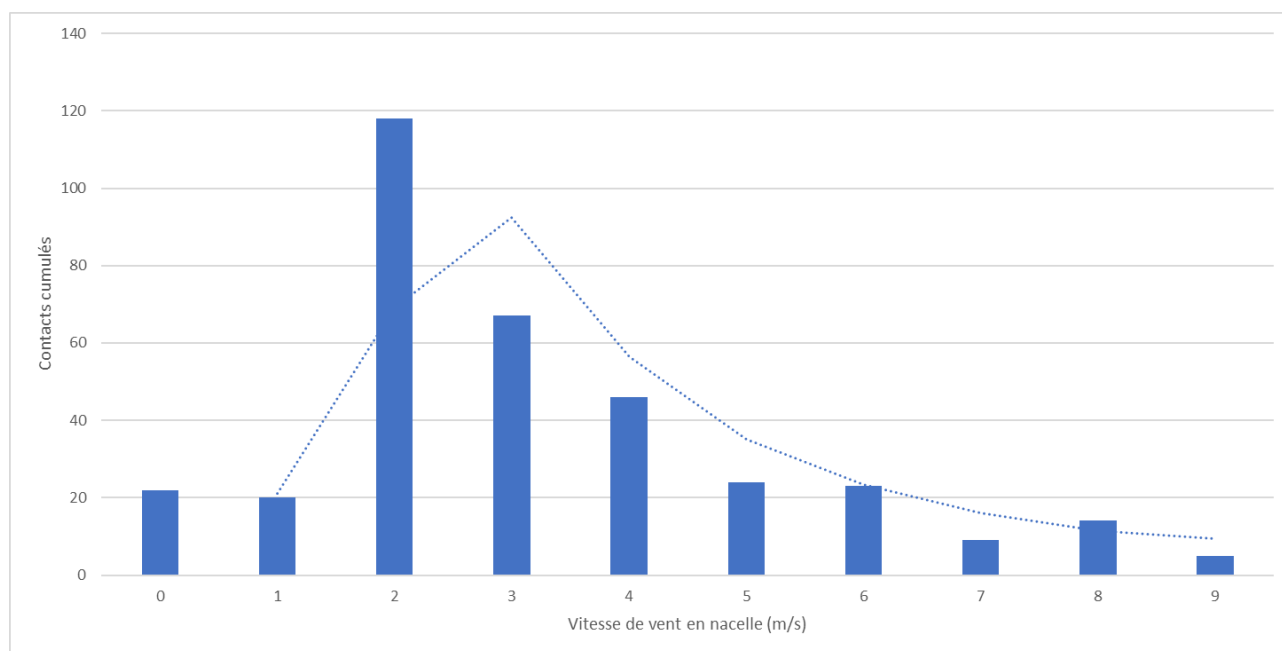


Figure 24 : répartition des contacts (batcorders haut) en fonction de la vitesse du vent mesurée en nacelle

Ces différences de comportement 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. L'utilisation de courant de vent en altitude lors des grands déplacements migratoires, dans le but d'économiser de l'énergie, pourrait aussi expliquer en partie le moindre effet de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères. Ces résultats sont ici encore très similaires à ceux obtenus lors des précédentes sessions.

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 2023 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 4,5% du nombre total de contacts enregistrés. La composition des peuplements au niveau du sol et à hauteur de la nacelle apparaît 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 plus fort en juin et plus modéré en automne dans le cas des batcorders au sol, et inversement pour les batcorders en nacelles. La distribution nyctémérale des contacts est principalement centrée en début de nuit pour les détecteurs au sol (jusqu'à +3 heures après le coucher du soleil, puis chutant progressivement), mais elle est plus hétérogène en altitude (nombreux rebonds d'activité au cours de la nuit). 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 10°C) ainsi que par des vents faibles (inférieurs à 4 m/s). En altitude, les chiroptères semblent être moins 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 2022, 2021, 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 autres années (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 (dans une moindre mesure la période automnale), et à la période de transit automnal (août à octobre) en altitude (dans une moindre mesure la période estivale).

2- Résultats par espèces

2.1- Intérêt patrimonial

Les enjeux sont définis à partir de critère de **patrimonialité** (statut de rareté et de protection des espèces), en tenant compte des caractéristiques des **populations** observées (effectifs, saisonnalité, statut de reproduction...) et du rôle des **territoires** présents sur le site pour l'accomplissement de leur cycle biologique (gîte, territoire de chasse, zone de passage...). Pour les chiroptères, toutes les espèces étant protégées en France, l'estimation de la patrimonialité tient compte de leur intérêt à l'échelle communautaire (annexe 2 ou 4 de la Directive Habitats), de leurs classements sur les listes rouges nationales et régionales et de leur statut de rareté au niveau départemental et régional. Ces différents critères sont résumés dans le **tableau II** suivant :

Tableau II : critères d'évaluation de la patrimonialité des chiroptères

Échelles :	Critères	Catégories	Intérêt patrimonial
	Communautaire	Directive Habitats (JO L 206 du 22.7.1992)	Annexe 2 Annexe 4 Fort Faible
	Nationale	Espèces protégées sur le territoire national (Arrêté du 23 avril 2007)	Faible
		Liste Rouge (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017) :	RE, CR, EN, VU NT Fort Moyen Faible
	Régionale	Espèces déterminantes pour les Znieff en région Centre-Val de Loire (Dreal CVL, 2023)	Moyen
		Liste Rouge Centre (Chatton, 2013) :	RE, CR, EN VU, NT Fort Moyen Faible
	Régionale ou départementale	Espèce très rare Espèce rare à assez rare Espèce peu commune à très commune	TR R à AR PC à TC Fort Moyen Faible

En dehors de la patrimonialité, les caractéristiques des populations locales (nombre total de contacts recueilli, proportion de l'espèce dans le peuplement global, périodes de présence) et les modalités d'utilisation du territoire (statut de reproduction, dépendance de l'espèce par rapport au site d'étude...) permettent de pondérer les enjeux propres à chaque espèce (**figure 25**).

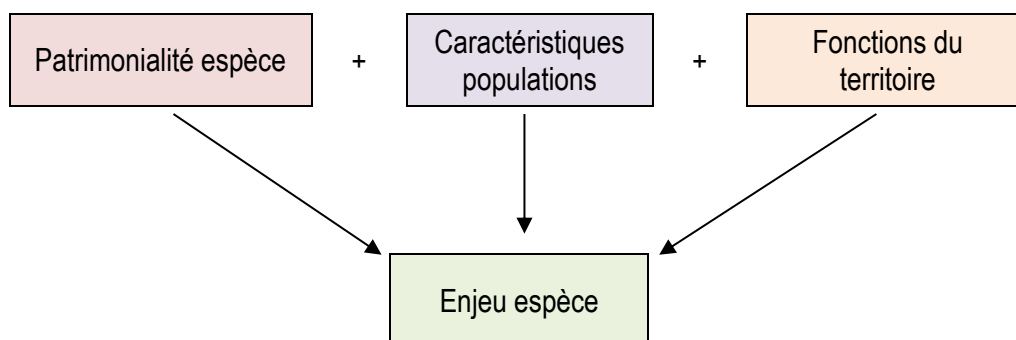


Figure 25 : principe de l'évaluation des enjeux par espèce

Ces enjeux sont définis sur la base d'une échelle qualitative classique comportant 5 classes :

Enjeu	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très fort
-------	-------------	--------	--------	------	-----------

2.2- Résultats du suivi

Les 12 espèces (ou groupe d'espèces) de chauves-souris identifiées lors du suivi de 2023 sont présentées dans le **tableau III**, qui rappelle les statuts de rareté et de protection des espèces identifiées pour les différentes échelles géographiques.

Tableau III : statuts des chiroptères identifiés sur le site

Nom scientifique	Nom français	R28	R CVL	Znieff	LR Centre	Fr.	LR Fr	Dir Hab	LR Monde
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	AR	AR	X	NT	2	LC	2;4	NT
<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	AC	AC	X	LC	2	LC	2;4	LC
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	AC	C	X	NT	2	LC	4	LC
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	AR	AC	X	LC	2	LC	4	LC
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	AC	AC	X	NT	2	VU	4	LC
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	AR	AR	X	NT	2	NT	4	LC
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	AR	AR	X	DD	2	LC	4	LC
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	AC	AC		LC	2	NT	4	LC
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	C	AC		LC	2	LC	4	LC
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	C	C		LC	2	NT	4	LC
<i>Pipistrellus gr. pipistrellus/nathusii</i>	Pipistrelle gr. commune/Nathusius	R	R		DD	2	LC	4	LC
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	AC	AC		LC	2	LC	4	LC

R28 (rareté pour le département de l'Eure-et-Loir) et **R CVL** (Rareté région Centre-Val de Loire) : C=Commun ; AC=Assez Commun ; AR=assez Rare ; R=Rare ; TR=Très Rare ; SMC=Statut Mal Connu (échelle expert établie d'après la bibliographie).

Znieff : X=espèce déterminante pour les Znieff en région Centre-Val de Loire (d'après Dreal CVL, 2023).

LR Centre : Liste Rouge région Centre (Chatton, 2013) : En=En Danger ; VU=Vulnérable ; NT=Quasi menacé ; LC=Préoccupation mineure ; DD=Données insuffisantes.

Fr. (France : statut de protection) : 2=protection totale des individus et des habitats (article 2).

LR France (Liste Rouge France, UICN *et al.*, 2017) : VU=Vulnérable ; NT=Quasi menacé ; LC=Préoccupation mineure.

Europe (Directive Habitats) : 2=Annexe 2 (espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de ZPS) ; 4=Annexe 4 (espèces animales d'intérêt communautaire qui nécessite une protection stricte).

LR Monde (Liste Rouge Mondiale, IUCN, 2008) : NT=Quasi-menacé ; LC=Préoccupation mineure ; DD=Données insuffisantes.

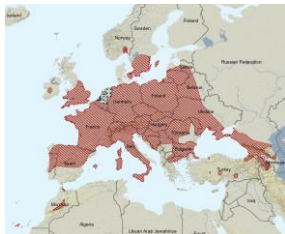
En rouge : intérêt patrimonial fort - En bleu : Intérêt patrimonial moyen - En vert : intérêt patrimonial faible

Le suivi de 2023 sur le parc du Moulin de Pierre a permis de mettre en évidence la présence de 11 espèces complétées par un groupe d'espèces dont l'identification n'a pu aboutir avec certitude (recouvrement des signaux entre espèces du même groupe).

Sur la base des critères établis dans le **tableau II**, le peuplement observé lors du suivi de 2023 comporte 2 espèces qui relèvent de l'annexe 2 de la Directive Habitats (**intérêt patrimonial fort**), cinq autres chauves-souris d'**intérêt patrimonial moyen**, du fait de leur inscription sur la liste des espèces déterminantes pour les Znieff en région Centre et 4 autres espèces (complétées par un groupe d'espèces) d'**intérêt patrimonial faible**.

➤ La Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) :

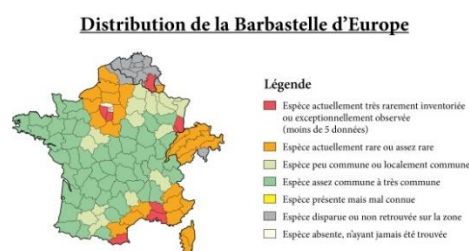
La Barbastelle est une chauve-souris considérée comme une espèce menacée au niveau mondial, sa cotation détaillée (IUCN, 2016) correspondant à la catégorie « quasi-menacé » (NT), qui regroupe les espèces pour lesquelles une diminution de 30% des effectifs est suspectée sur une échelle de temps inférieure à 15 ans. Les principales causes de régression qui sont invoquées par l'IUCN sont la disparition des forêts naturelles, et l'exploitation forestière intensive, qui limiterait considérablement les possibilités de gîtes pour cette espèce.



En Europe, la Barbastelle occupe une aire assez vaste, du Portugal au Caucase, et du sud de la Suède à la Grèce. Elle est considérée comme une espèce menacée dans tous les pays de l'Union Européenne, avec des populations proportionnellement moindres dans les pays du nord de l'Europe.

Carte 2 : répartition de la Barbastelle en Europe (source : www.iucnredlist.org).

En France, la fréquence des observations est également marquée par un gradient nord-sud, avec des populations très faibles ou inexistantes dans la partie septentrionale du pays, mais également des observations relativement rares sur le pourtour du bassin méditerranéen. Dans beaucoup de départements, les données de Barbastelle concernent des individus isolés, ou de petites populations de faibles effectifs, les rassemblements importants étant rarement observés.



Source : Arthur L., Lemaire M., 2015. - Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Birming, Météo (Collection Parthénopée), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 2^{ed}, 544p.

Carte 3 : répartition de la Barbastelle en France (Arthur & Lemaire, 2015)

En région Centre, la Barbastelle est assez commune dans la majorité des départements, mais plus rare en Eure-et-Loir et dans le Loiret (Gourmand, 2009). Une trentaine de colonies de reproduction sont recensées à l'échelle régionale, la plupart dans le Berry et en Indre-et-Loire, les effectifs des hivernants étant plus limités. Longtemps considérée comme une espèce strictement forestière, la Barbastelle apparaît aujourd'hui comme une espèce assez plastique au niveau du choix de ses habitats. Le facteur déterminant semble être surtout l'importance du peuplement local de lépidoptères nocturnes (macro- et microhétérocères), qui constituent l'essentiel de ses proies (jusqu'à 99% en fréquence, des proies ingérées). Cette forte spécialisation du régime alimentaire a été, par le passé, l'une des principales causes du déclin de la Barbastelle, l'intensification de l'agriculture, et l'emploi des pesticides ayant largement fait chuter les effectifs de lépidoptères (Sierro & Arlettaz, 1997).

Les gîtes naturels occupés par cette espèce sont peu connus (Meschede & Heller, 2003). La plupart des gîtes recensés sont en effet situés dans des bâtiments, avec une certaine prédilection pour les linteaux des portes de grange, et les disjointements des poutres et des charpentes. La Barbastelle est aussi assez fréquemment observée sous les ponts, qu'elle utilise comme gîte occasionnel.

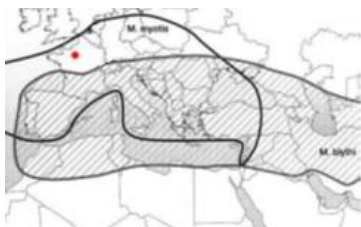


**Photo 4 : Barbastelle observé sous un pont
(photo hors site)**

Au niveau du suivi en continu, la Barbastelle a été captée 21 fois, uniquement sur les batcorders positionnés au sol et uniquement en périodes de transits migratoires (3 contacts au printemps, le reste en automne).

➤ **Le Grand Murin (*Myotis myotis*) :**

Le Grand Murin est considéré comme une espèce menacée à l'échelle communautaire, avec des populations en forte régression dans la partie nord de l'Europe, mais une situation qui semble plus favorable en France et dans les pays du pourtour méditerranéen. Les causes de régression invoquées sont le dérangement dans les gîtes d'été (éclairage nocturne des grands édifices, traitements des charpentes, limitation de l'accès aux combles...), ou dans les gîtes d'hiver (spéléologie), ainsi que des causes plus générales, non spécifiques au Grand Murin (impacts des pesticides agricoles, altération des zones bocagères, circulation routière...). En région Centre, l'espèce est assez bien répartie dans les différents départements, excepté en Indre-et-Loire où ses populations semblent proportionnellement moins abondantes. Le site Natura 2000 de la Vallée du Loir, localisé à l'ouest de l'aire d'étude, recense jusqu'à 200 Grand Murin en période hivernale.



La distinction entre le Grand Murin (*Myotis myotis*) et le Petit Murin (*Myotis blythi*) n'est pas possible sur la base de l'analyse des émissions ultrasonores. Compte tenu de la répartition géographique des deux espèces, les observations réalisées sur le site sont à rapporter plus probablement à l'espèce *Myotis myotis*.

Carte 4 : répartition du Grand et du Petit Murin en Europe (adapté d'après Arthur & Lemaire, 1999)

Sur le site, 19 contacts ont été comptabilisés au niveau des batcorders aux pieds des éoliennes, dont 9 au niveau de l'éolienne E11 et 10 au niveau de l'éolienne E5.



Photo 5 : Grand Murin dans un bâtiment désaffecté (photo hors site)

➤ **Le Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*) :**

Le Murin de Daubenton est une chauve-souris assez strictement inféodée aux milieux aquatiques, qui a vu ses effectifs augmenter par le passé avec l'eutrophisation des rivières, la pullulation de petits diptères (chironomes) lui étant favorable. Actuellement, ses populations semblent régresser dans certaines régions, probablement par manque de disponibilités en gîtes, notamment au niveau des ponts et des ouvrages d'art qui présentent des anfractuosités favorables assez profondes.

Photo 6 : colonie de Murin de Daubenton sous un pont
(photo hors site)



En région Centre, le Murin de Daubenton est noté « commun » dans tous les départements (Gourmand, 2009), avec une population hivernante estimée à 1500 individus (Boyer *et al.*, 2009), mais des effectifs reproducteurs qui restent peu connus.

Un unique contact a pu être enregistré par le batcorder au pied de l'éolienne E5, le 08/10/2023 à 03:44.

➤ **Le Murin de Natterer (*Myotis nattereri*) :**

Le Murin de Natterer est une espèce assez commune en région Centre, plus rare en Eure-et-Loir. Il affectionne les lisières de haies et semble également évoluer dans les zones péri-urbaines. Contrairement aux autres espèces troglophiles, le Murin de Natterer est assez difficile à dénombrier dans ses gîtes d'hiver, car cette chauve-souris a pour habitude de s'enfoncer profondément dans les fissures de la roche, où elle est peu détectable.



Photo 7 : Murin de Natterer (photo hors site)

Comme pour le Murin de Daubenton, le Murin de Natterer n'a fait l'objet que d'un seul contact lors du suivi de 2023, obtenu sur le batcorder au pied de l'éolienne E11, le 04/11/2023 à 19:20.

➤ **La Noctule commune (*Nyctalus noctula*) :**

Cette espèce est assez commune en région Centre, mais ses effectifs et sa répartition hivernale restent peu connus. La Noctule commune est une grande espèce de chauve-souris, dont l'envergure peut atteindre 40 cm. De mœurs arboricoles, elle s'établit préférentiellement dans des feuillus disposants de cavités profondes, bien protégées du froid, avec une certaine préférence pour les anciens trous de pics. Longtemps considérée comme une espèce strictement forestière, la Noctule commune semble aussi s'accommoder des arbres en milieu urbain (alignements de platanes, vieux arbres dans les parcs urbains...). Elle s'établit parfois dans les fissures ou les corniches des grands bâtiments, même modernes (tours en béton), où elle est susceptible de passer l'hiver.

La Noctule commune a été recensée à toutes les saisons sur les 4 batcorders (346 contacts, dont 87 enregistrés en altitude).

L'analyse de la répartition journalière des contacts montre une forte variabilité de l'activité pour cette espèce (**figure 26**), avec des pics surtout marqués en période automnale, vraisemblablement indicateurs de passages migratoires, comme pour les suivis précédents sur le même parc.

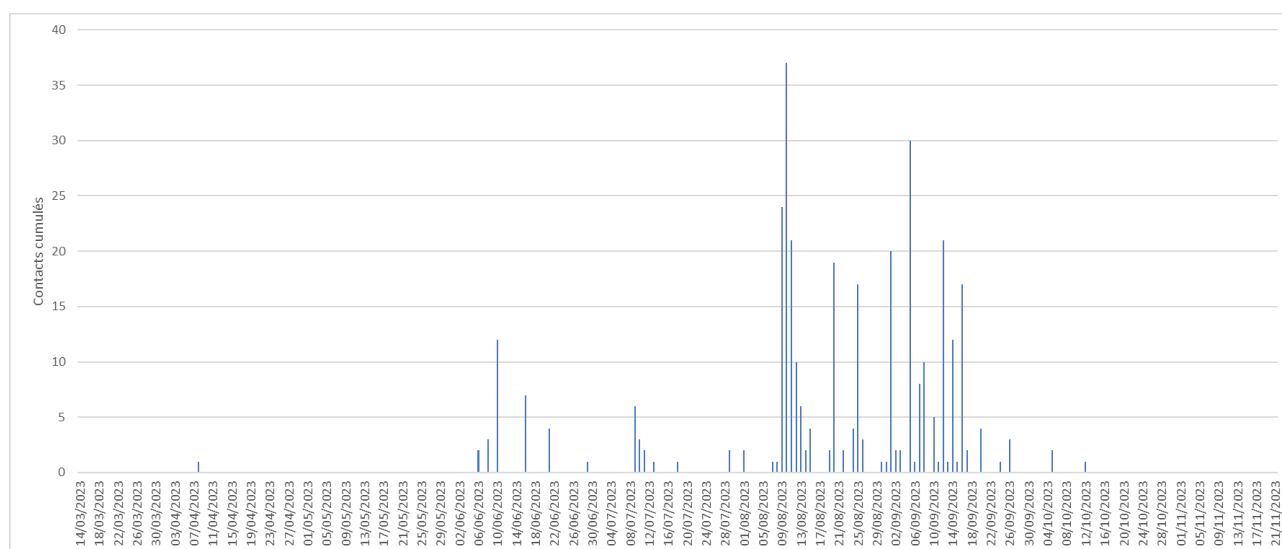


Figure 26 : variation journalière de l'activité de la Noctule commune au niveau des batcorders

L'analyse horaire des signaux indique, en outre, une proportion plus forte de contacts dans les 3 premières heures qui suivent le coucher du soleil (**figure 27**).

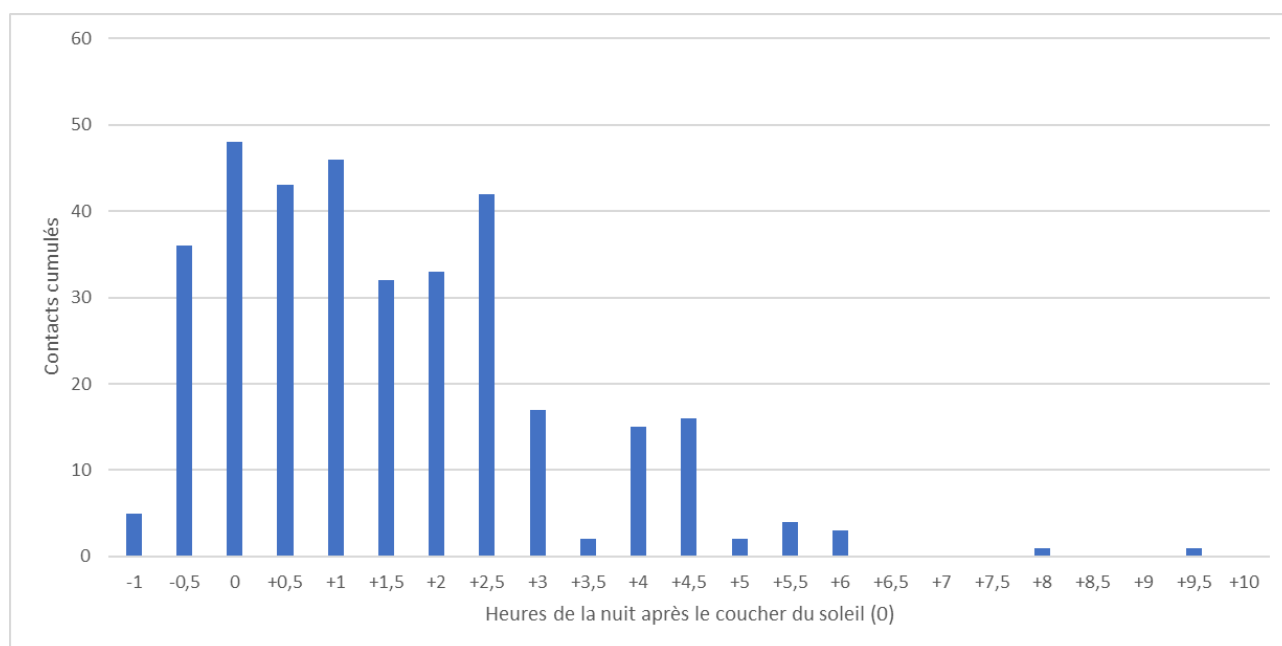


Figure 27 : répartition des contacts de Noctule commune au cours du nycthémère

➤ **La Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) :**

C'est la plus petite des trois espèces de Noctules européenne, avec une envergure qui atteint cependant 30 cm. Elle est inégalement répartie en France, avec des populations plus abondantes au Sud et à l'Est, mais se raréfiant vers le nord et vers la façade océanique. Elle est relativement mal connue en région Centre où elle peut être considérée comme assez rare, avec toutefois des observations plus fréquentes dans l'Indre et dans le Cher. Elle est classée « NT » (quasi menacée) sur les listes rouges nationales et régionales avec une sensibilité présumée à l'éolien, du fait de ses habitudes de vol. C'est en effet une chauve-souris capable d'effectuer des déplacements saisonniers de plusieurs centaines de kilomètres au travers de l'Europe, le record pour cette espèce étant de 1567 km, attesté par une reprise d'individu bagué (Dietz *et al.*, 2009).

Elle utilise également une technique de chasse basée sur des déplacements en hauteur, avec descente en piqué pour capturer ses proies.

Le suivi en continu de 2023 a permis de capter 256 enregistrements pour cette espèce, dont 41 pour les détecteurs positionnés en nacelle. Comme pour la Noctule commune, l'activité de la Noctule de Leisler apparaît assez variable au cours de l'année (**figure 28**), avec un pic en fin d'été et en automne. Cette répartition des contacts évoque des phénomènes migratoires assez marqués, cette espèce n'ayant quasiment pas été contactée sur les autres périodes.



Photo 8 : Noctule de Leisler (photo hors site)

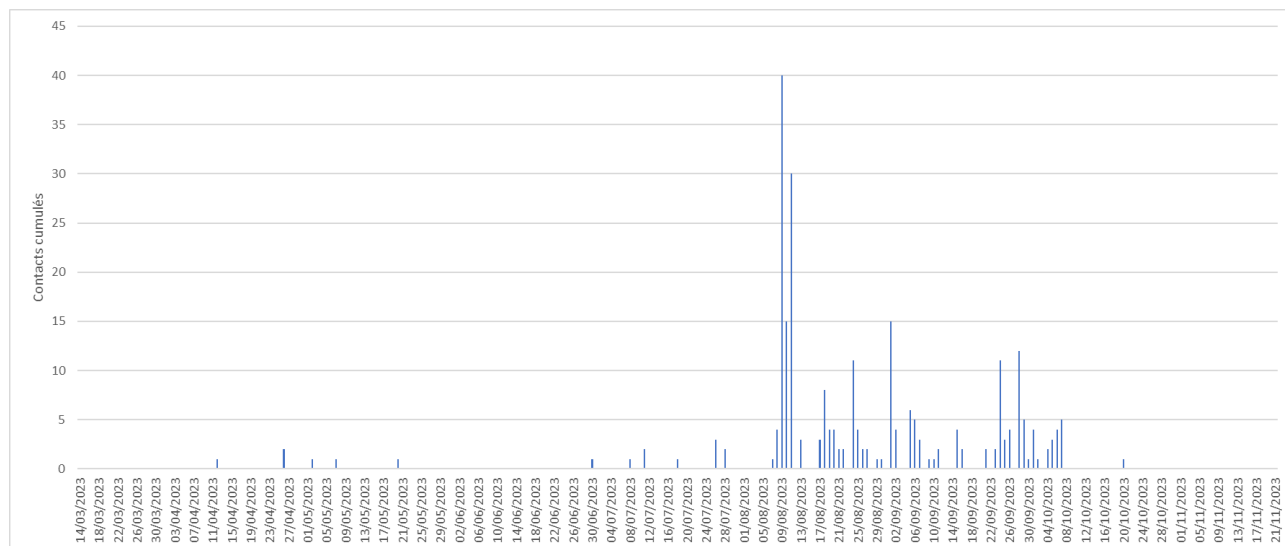


Figure 28 : variation journalière de l'activité de la Noctule de Leisler au niveau des batcorders

De même, l'analyse horaire des signaux de cette espèce montre un plus fort étalement des contacts tout au long du cycle nyctéméral, avec un pic entre +2 heures et +3 heures après le coucher du soleil (**figure 29**).

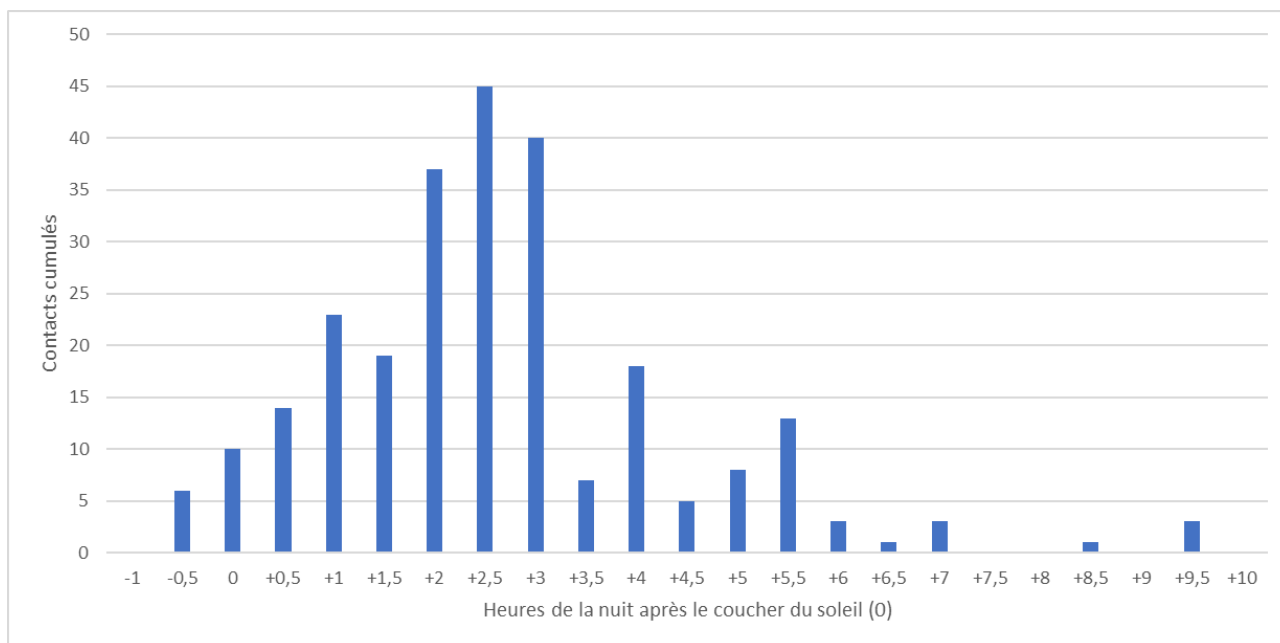


Figure 29 : répartition des contacts de Noctule de Leisler au cours du nycthémère

➤ L'Oreillard roux (*Plecotus auritus*) :

Les Oreillards, avec leurs oreilles immenses, portent un nom qui parle de lui-même. Ces oreilles démesurément grandes leur permettent de capter les basses fréquences, et ainsi d'être plus performants dans la recherche de leurs proies favorites, les papillons nocturnes. Ceux-ci émettent des basses fréquences avec le battement de leurs ailes, les oreillards pouvant ainsi les capter sans utiliser des fréquences ultrasonores.

L'Oreillard roux est une espèce plutôt forestière, colonisant fréquemment les arbres creux pour le gîte et les forêts de feuillus pour la chasse. Il évolue fréquemment dans les milieux plus fermés et utilise principalement la technique du glanage pour son alimentation.

Le statut de l'Oreillard roux est mal connu en Eure-et-Loir, mais il semble peu commun. Il est inscrit sur la liste des espèces déterminantes Znieff pour la région Centre (DREAL CVdL, 2018).



Photo 9 : Oreillard roux dans une anfractuosité d'un pont (photo hors site)

Sur le site, cette espèce ne totalise qu'un unique contact capté par le batcorder MP11-bottom le 16/08/2023 à 23:56.

➤ La Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) :

La Pipistrelle de Kuhl est une espèce anthropophile, assez commune en région Centre et, plus généralement, dans les trois-quarts méridionaux du territoire national, au sud d'une ligne Le Havre - Lyon. Malgré son abondance relative dans la région, son statut biologique, et en particulier son comportement migratoire restent à éclaircir, car ses populations sont souvent fluctuantes au sein d'un même site, d'une saison à l'autre. Du point de vue de son écologie, la Pipistrelle de Kuhl est une espèce qui vit fréquemment au voisinage de l'homme, comme la Pipistrelle commune avec laquelle elle partage parfois les mêmes gîtes. Elle occupe facilement les interstices des ouvrages en béton, ainsi que les revêtements muraux, les coffrages, ou les bardages de façades bien exposées.



Photo 10 : Pipistrelle de Kuhl en sortie de gîte (photo hors site)

Au niveau des batcorder, il s'agit de l'espèce la plus contactée avec 2 152 contacts pour la quasi-totalité obtenue sur les enregistreurs positionnés aux pieds des éoliennes (seulement 59 contacts en nacelle).

C'est une espèce surtout présente en été et en automne (**figure 30**), avec une activité de chasse assez étalée sur les 6 premières heures après le coucher du soleil (**figure 31**). Pour cette espèce, des gîtes sont probablement localisés dans les villages et hameaux des alentours.

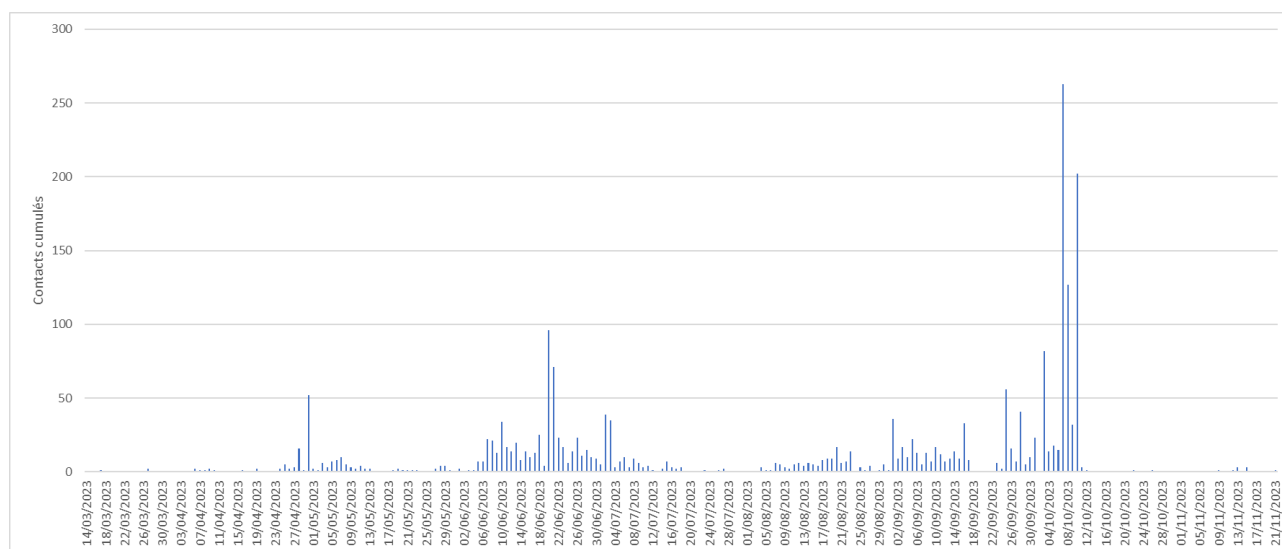


Figure 30 : variation journalière de l'activité de la Pipistrelle de Kuhl au niveau des batcorders

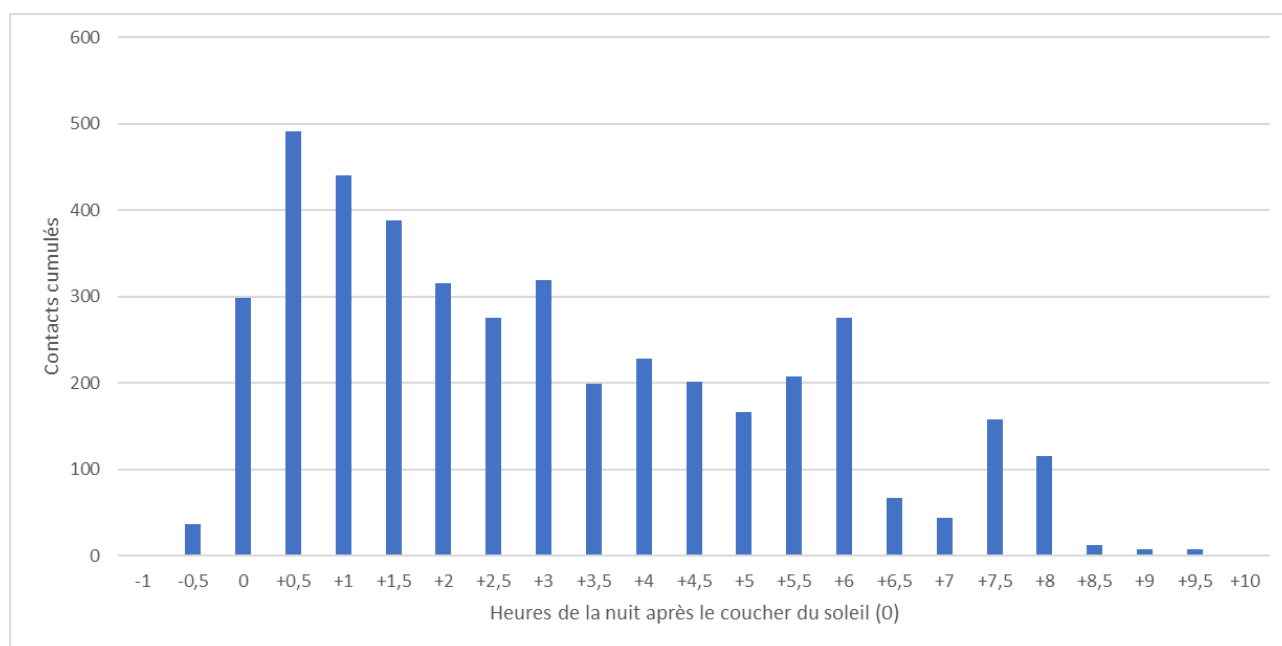
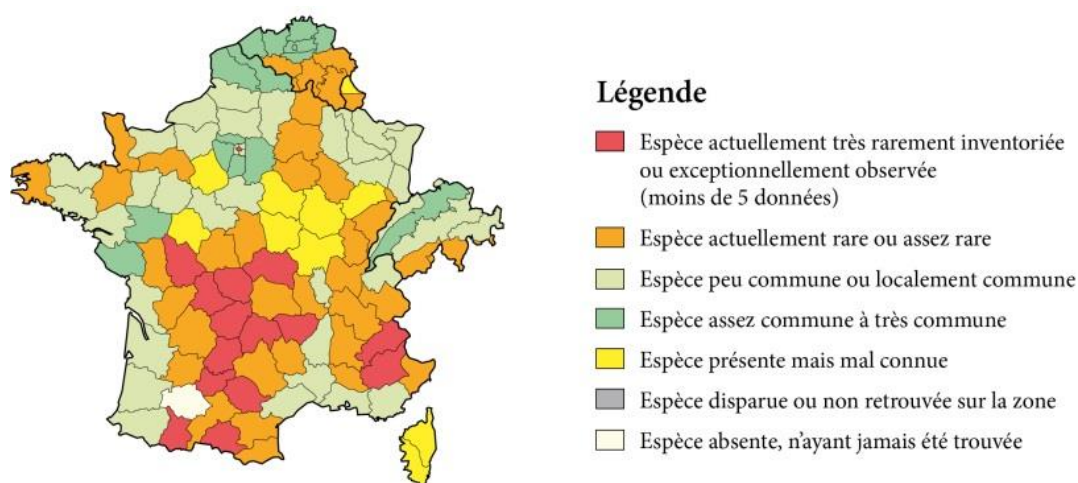


Figure 31 : répartition des contacts de Pipistrelle de Kuhl au cours du nyctémère

➤ La Pipistrelle du groupe commune/Nathusius (*Pipistrellus gr. pipistrellus/nathusii*)

Les signaux rapportés à ce groupe d'espèces ne peuvent être strictement discriminés, compte tenu du recouvrement entre les spectrogrammes de la Pipistrelle commune et de la Pipistrelle de Nathusius. La Pipistrelle de Nathusius n'a pas été formellement identifiée sur le site en l'absence d'éléments déterminants (cris sociaux), mais sa présence reste possible. **Néanmoins, seulement 5 contacts ont été rattachés à ce groupe, ce qui laisse suggérer une potentielle présence très occasionnelle de la Pipistrelle de Nathusius.**

Il s'agit d'une chauve-souris assez mal connue en région Centre. Elle est principalement notée au passage, lors des migrations printanières et/ou automnales. Sa répartition régionale et son statut biologique en période de reproduction restent peu connus. Elle est surtout considérée comme une espèce migratrice. Ses populations reproductrices seraient localisées au nord-est de l'Allemagne, en Lettonie et en Lituanie, mais peut-être aussi dans la partie nord de l'Europe. Cette espèce est connue pour réaliser des migrations au long cours, avec des distances pouvant dépasser les 1000 km.



Carte 5 : répartition de la Pipistrelle de Nathusius en France (d'après Arthur & Lemaire, 2015)

➤ La Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) :

Elle est largement répartie à l'échelle départementale, régionale et nationale, mais a récemment été reclassée en espèce « quasi-menacée » (NT) sur la liste rouge française en raison de sa sensibilité supposée à l'éolien. **C'est l'espèce dominante en termes de nombre de contacts sur l'ensemble du suivi 2023, puisqu'elle regroupe à elle seule près de 55% du nombre total de contacts.** C'est une espèce relativement opportuniste, aussi bien dans le choix de ses gîtes, en particulier en période de transit, que dans l'exploitation des territoires de chasse. Du point de vue temporel, comme pour la Pipistrelle de Kuhl, elle est proportionnellement plus abondante en été et en automne, avec une activité de chasse étalée sur les 6 premières heures après le coucher du soleil (**figures 32 et 33**). C'est une espèce qui montre des activités instantanées qui peuvent être ponctuellement importantes, à la faveur de pics éphémères de fréquences (208 contacts le 20/06/2023 ; 251 contacts le 18/08/2023).

Cette espèce peut aussi trouver des gîtes favorables dans les villages et hameaux des alentours

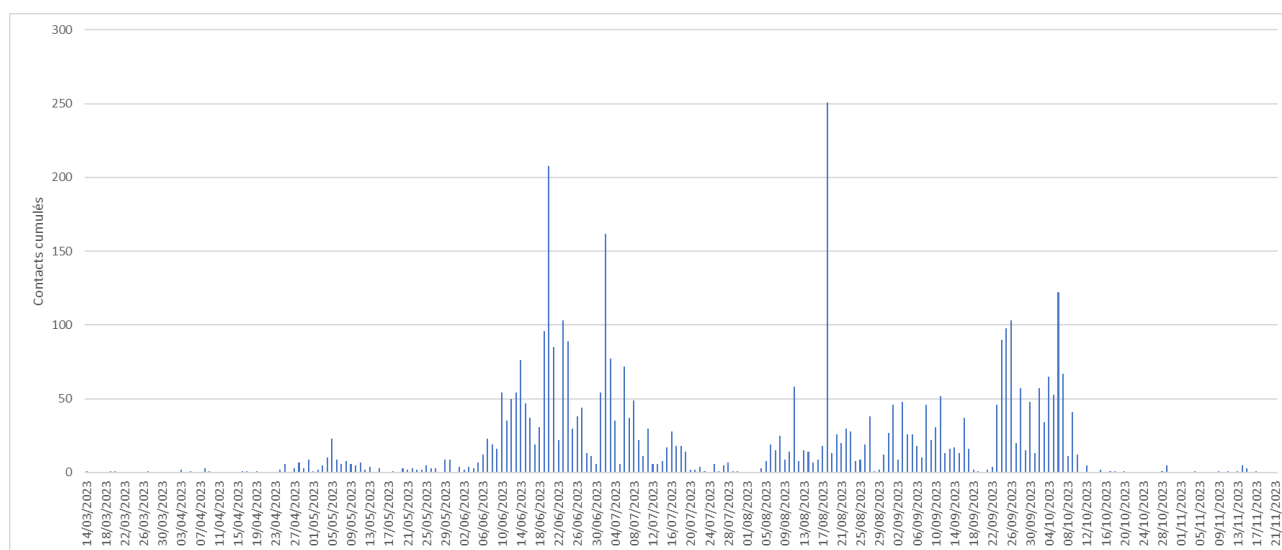


Figure 32 : variation journalière de l'activité de la Pipistrelle commune (données des batcorders)

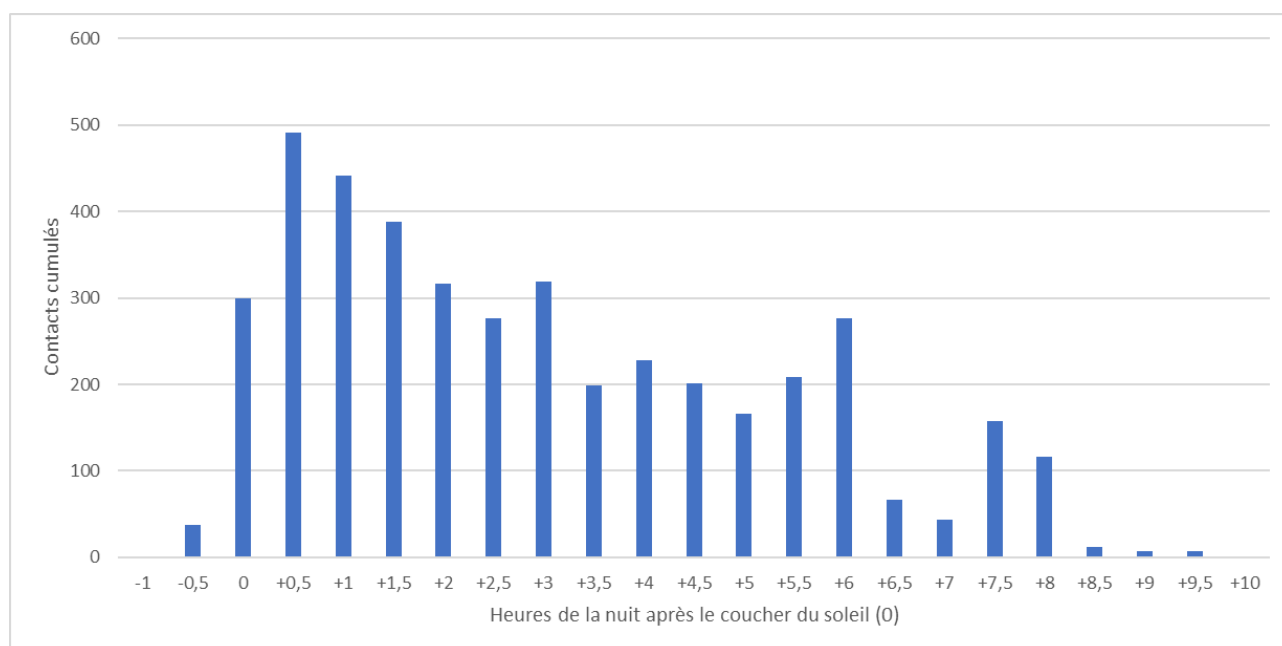


Figure 33 : répartition des contacts de Pipistrelle commune au cours du nycthémère

➤ La Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) :

Elle est considérée comme une espèce commune dans tous les départements de la région Centre. À l'échelle nationale, elle a été récemment reclassée en espèce « quasi menacée » (NT) sur la liste rouge française (IUCN *et al.*, 2017) en raison de sa vulnérabilité par rapport au développement de l'éolien industriel. Elle occupe des gîtes localisés principalement dans le bâti, aussi bien récent qu'ancien (grands bâtiments, combles, matériaux d'isolations des constructions modernes...), et peut parfois s'installer dans des cavités d'arbres en période de reproduction et fréquenter des cavités souterraines en hiver. **Pour le suivi de 2023, elle totalise 672 contacts dont 97 en altitude, avec pour ces derniers une répartition surtout automnale, la quasi-totalité de ces contacts ayant été obtenue entre début août et mi-septembre.**

La répartition temporelle de la Sérotine commune indique une présence majoritairement en période automnale (population migratrice), avec une activité notable surtout sur les 2,5 premières heures après le coucher du soleil (**figures 34 et 35**).

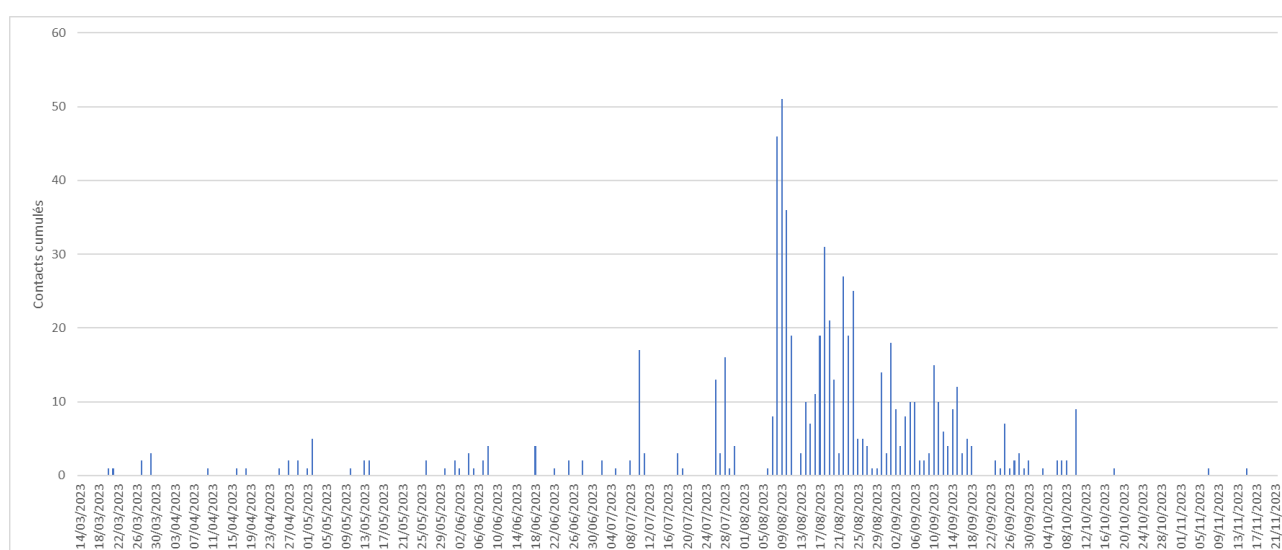


Figure 34 : variation journalière de l'activité de la Sérotine commune au niveau des batcorders

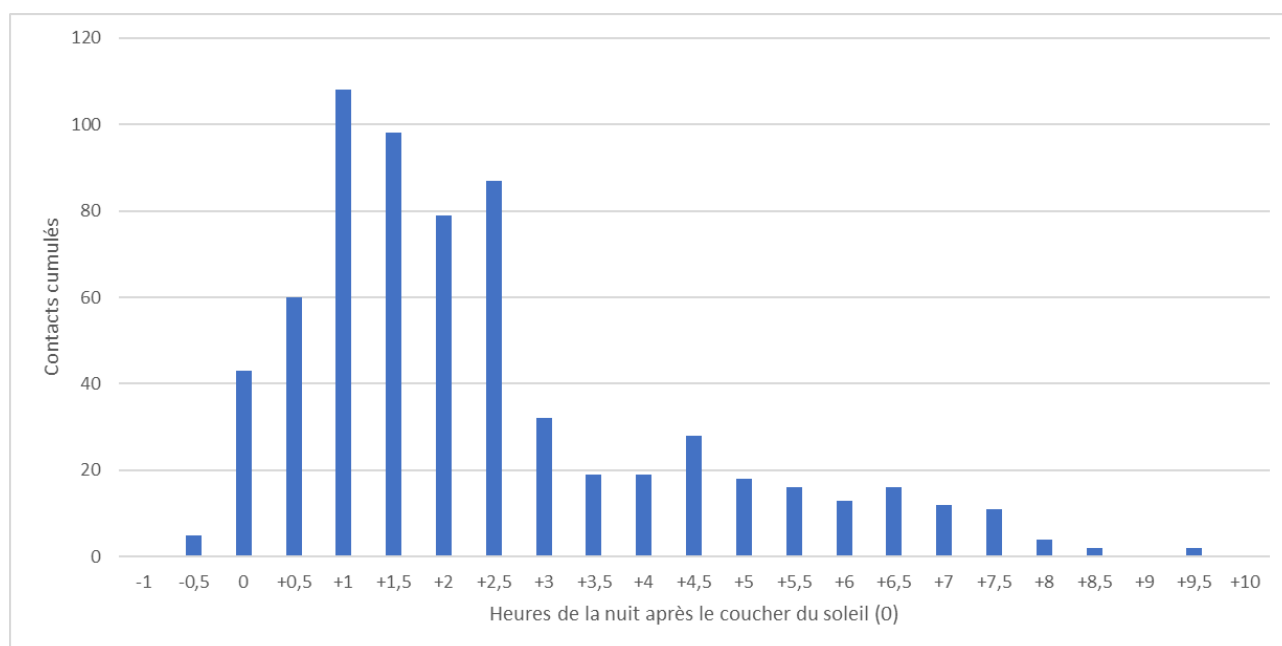


Figure 35 : répartition des contacts de Sérotine commune au cours du nycthémère

➤ L'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*) :

L'Oreillard gris est une espèce difficile à distinguer de l'Oreillard roux (*Plecotus auritus*) aussi bien sur les plans morphologiques qu'acoustiques, les deux espèces n'ayant été séparées qu'à la fin des années 50. Aussi le statut de rareté et la répartition des deux Oreillards restent, encore aujourd'hui, entachés d'une certaine imprécision. À l'échelle régionale, les deux espèces auraient sensiblement la même fréquence, avec cependant une répartition un peu plus nordique pour l'Oreillard gris. Ce dernier est plus fréquemment détecté en période de reproduction, en particulier lors de la recherche de gîtes dans le bâti (combles d'églises, notamment), tandis que les données concernant l'Oreillard roux proviennent surtout de recensements hivernaux dans les cavités.



Photo 11 : Oreillard gris
(photo hors site)

Sur le plan écologique, l'Oreillard gris est souvent noté en secteurs urbains, alors que l'Oreillard roux serait plutôt une espèce rurale, d'où les appellations « d'Oreillard des villes » et « d'Oreillard des champs » parfois utilisées pour ces deux espèces.

Pour le suivi de 2023, 66 contacts ont été captés pour cette espèce, avec la plupart des contacts captés au niveau de l'éolienne E11. Aucun contact n'a été enregistré en altitude. En termes de saisonnalité, plus de 80% des contacts ont été recueillis en automne.

III- CONCLUSIONS

Le suivi effectué en 2023 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 (en nacelle et au sol).

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. L'analyse des enregistrements a montré que l'activité en altitude restait marginale par rapport à l'activité mesurée aux pieds des éoliennes, puisqu'elle représente environ 4,5% du nombre total de contacts enregistrés. Concernant le peuplement observé, l'activité au sol est principalement liée à la Pipistrelle commune et à la Pipistrelle de Kuhl, tandis qu'en altitude une part prépondérante des Sérotules (Noctules et Sérotine) est observée. Les répartitions saisonnières des contacts sont distinctes, avec un pic d'activité proportionnellement plus fort en période estivale dans le cas des batcorders au sol, et plus centré sur la période automnale pour les batcorders en nacelles. L'analyse des tranches horaires des contacts laisse supposer un relatif éloignement des gîtes du fait de l'absence de pics d'activité significatifs en début et en fin de nuit. Enfin, du point de vue des paramètres météorologiques, il a été démontré que les chiroptères sont majoritairement actifs pour des températures supérieures à 10°C, avec un maximum de contacts obtenu pour des valeurs comprises entre 12°C et 26°C. Les vitesses de vent élevées sont un facteur limitant pour l'activité des chauves-souris au sol (jusqu'à 4 m/s), tandis qu'en altitude, quelques contacts subsistent pour des vents plus forts.



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 L., 2022 – Suivi des chiroptères. Parc éolien du Moulin de Pierre (Le Gault-Saint-Denis, 28). Saison 2021. Bureau d'études Les-Snats (Taillebourg, 17), Zéphyr (St-Avertin, 37), février 2022 : 29 p.

Carrière M., 2020 – 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.

Carrière M., 2020 – 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.

Carrière M., 2021 – Suivi de l'activité des chiroptères. Parc éolien du Moulin de Pierre (Le Gault-Saint-Denis, 28). Saison 2021. Bureau d'études Les-Snats (Taillebourg, 17), Zéphyr (St-Avertin, 37), février 2022 : 29 p.

Les Snats : Suivi d'activité des chiroptères V2 – Parc éolien du Moulin de Pierre (28) – Saison 2023 – p.34

Carrière M., 2022 – Expertise du milieu naturel. Projet éolien du Moulin de Pierre (Le Gault-Saint-Denis, 28). Etat initial sur l'environnement. Bureau d'études Les-Snats (Taillebourg, 17), Zéphyr (St-Avertin, 37), mars 2023 : 132 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 eds., 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.

Dürr T., 2020 – Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe. Tableur téléchargeable mis à jour le 07/01/2020 : <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

Dürr T., 2020 – Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe. Tableur téléchargeable mis à jour le 07/01/2020 : <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

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.

Les Snats : Suivi d'activité des chiroptères V2 – Parc éolien du Moulin de Pierre (28) – Saison 2023 – p.35

Hodos, W., Potocki, A., Srom, 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.

Hötter, 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 Appliquée), 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.

SFEPM (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. SFEPM, Bourges: 7 p. (document disponible sur www.sfepm.org).

SER (Syndicat des Energies Renouvelables), SFEPM (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.