

85 route de pierre longue
77760 Boulancourt
Tel 06 27 37 24 76
lustrat.philippe@orange.fr

**Suivi en continu des chiroptères dans le cadre
d'une prescription ICPE pour le parc éolien de
Vouillon (36).
3e année de suivi – 2021.**



Pipistrelle commune

Novembre 2021

Responsable de l'étude	3
Avant-propos : Biologie des chiroptères	4
1) Introduction	7
2) Méthodologie	7
3) Localisation et description du site d'étude	10
4) Résultats	12
5.) Analyse des données	12
5.1) Analyse spécifique	13
5.2) Analyse temporelle	16
5.3) Analyse des données collectées en altitude par rapport aux données météorologiques	18
5.3.1.) Analyse de la vitesse du vent par espèce	18
5.3.2.) Analyse de la vitesse du vent par fréquence d'enregistrements	21
5.3.3.) Analyse de la direction du vent	23
5.4) Analyse de la température	25
5.5.1.) Analyse de la température par espèce	25
5.5.2.) Analyse de température par fréquence d'enregistrements	26
5.5.3) Analyse des horaires des enregistrements	28
5.6) Analyse des données en rapport avec la pluie	30
6) Evolution temporelle	31
7) Conclusion	33
8) Bibliographie	35

Responsable de l'étude

Lustrat Philippe

Consultant environnement, Expert chiroptologue

85 route de pierre longue

77760 Boulancourt

Tel 06 27 37 24 76

E-Mail: lustrat.philippe@orange.fr

Site Web: [P. Lustrat – Expertises chiroptères](#)

Expert naturaliste, chef de projet. 20 ans d'expériences professionnelles.
Travaille en indépendant par portage salarial avec la société Monday Experts, depuis 1992 sur des expertises faunistiques.

A effectué plus de 170 expertises pour des projets éoliens ainsi que de nombreux suivis de parcs.

Compétences naturalistes en mammalogie (spécialisé dans les chiroptères), herpétologie (spécialisé dans les passages à amphibiens) mais aussi en ornithologie et en gestion de milieux naturels, notamment forestiers.

Président d'une association d'étude et de protection de la Nature régionale en Ile de France, spécialisés dans la protection des chiroptères et des amphibiens.

Expert auprès du Comité français de l'UICN.

Membre du conseil de gestion des réserves biologiques de la forêt de Fontainebleau.

Premier coordinateur régional d'Ile de France du groupe « chiroptères » de la Société Française d'Etude et de Protection des Mammifères.

Organisateur des 3^e rencontres nationales « Chiroptères » à Malesherbes en 1989. Assure l'animation et la rédaction de l'atlas des mammifères sauvages de Seine et Marne.

Publie dans diverses revues scientifiques nationales et internationales.

Publie plusieurs ouvrages sur la faune sauvage et réalisé plusieurs films sur ce sujet.

Avant-propos : Biologie des chiroptères

Après les rongeurs, l'ordre des Chiroptères possède la plus grande richesse spécifique de l'ensemble des mammifères, regroupant 900 espèces sur 4000. Ce trait est encore plus prononcé en France, où les chauves-souris sont représentées par plus d'une trentaine d'espèces, pour un total d'environ 90 espèces de mammifères.

Les gîtes

Les chauves-souris utilisent plusieurs gîtes différents occupés à tour de rôle, en fonction des cycles métaboliques de l'espèce.

Les préférences en matière de température et d'humidité varient suivant l'espèce, l'âge et le sexe des individus, mais tous ont besoin de tranquillité.

Ainsi, en été, les femelles en gestation ou allaitantes s'établiront toujours en milieu chaud (combles ou greniers), alors qu'en hiver, elles choisiront un micromilieu où la température est constante. Certaines espèces vivent été comme hiver dans les arbres.

La disparition des gîtes (arbres creux, carrières souterraines) constitue une des causes les plus importantes de raréfaction des chauves-souris.

La reproduction

L'accouplement a lieu en automne, mais les femelles n'entrent en œstrus que le printemps suivant, et les naissances ont lieu en été.

Chez beaucoup d'espèces, les femelles se regroupent en colonies de mise à bas. A cette époque les mâles vivent plus ou moins isolés.

La plupart des espèces ne mettent bas qu'un jeune par an, hormis les **Pipistrelles** et les **Sérotines** qui peuvent avoir deux petits.

En cas de mauvais temps persistant empêchant les adultes de chasser, les jeunes peuvent mourir de faim ou de froid. Les petits sont allaités jusqu'à la fin de leur croissance. Ce n'est qu'après 4 à 6 semaines qu'ils commencent à voler.

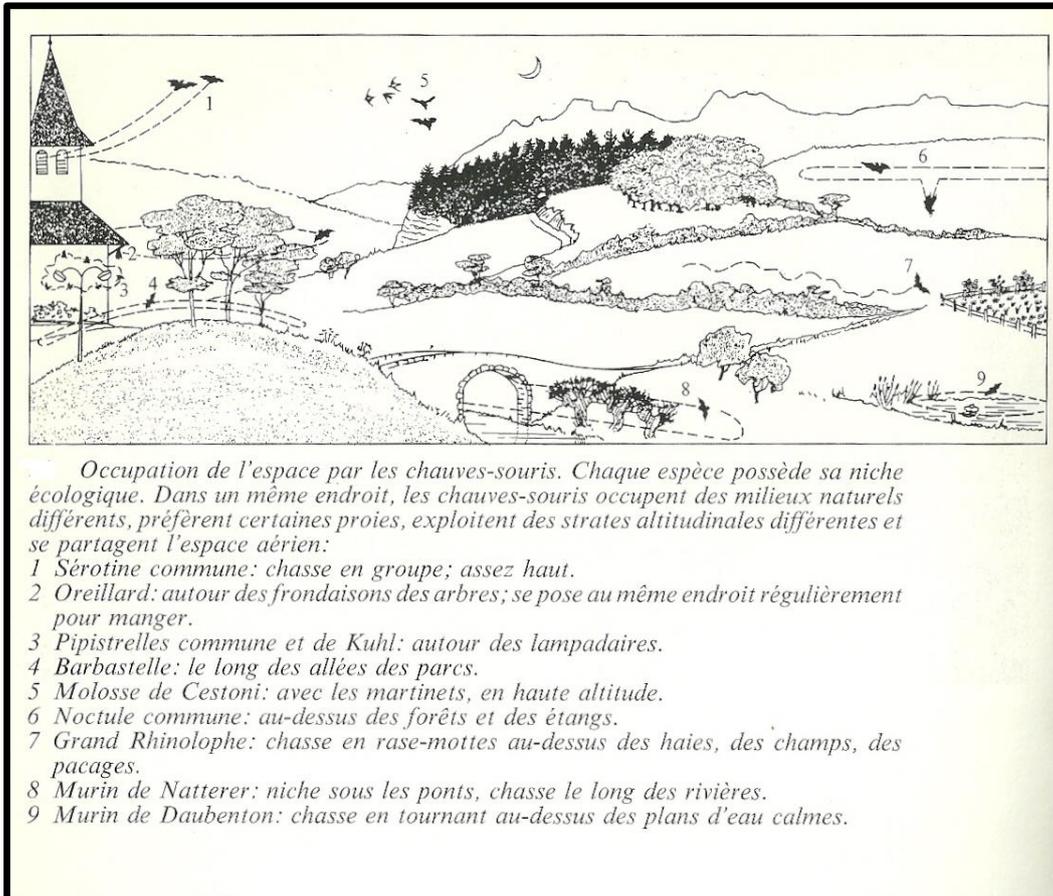
Dès que l'élevage des jeunes est terminé, les femelles retrouvent les mâles pour la reproduction.

L'hivernage

L'hiver, les chauves-souris ne peuvent plus trouver d'insectes pour se nourrir. Elles entrent alors en hibernation, et passent la mauvaise saison dans un gîte choisi avec soin.

La plupart du temps, il s'agit de lieux frais, à l'abri du gel, sans grandes variations de températures, avec une forte humidité relative et peu de courants d'air : grottes, souterrains, caves, arbres creux, voire bâtiments.

Chaque réveil provoque une consommation d'énergie. Si les réserves énergétiques d'un individu sont trop faibles, celui-ci meurt, faute de ressources suffisantes permettant le réveil. C'est pourquoi il ne faut jamais déranger une chauve-souris en hiver !



Occupation de l'espace par les chauves-souris (Noblet 1987).

Les menaces

Dans nos régions, il n'existe pas de prédateur spécialisé des chauves-souris.

Cependant, les rapaces diurnes ou nocturnes, les fouines, martres ou les chats peuvent occasionnellement se nourrir de chauves-souris.

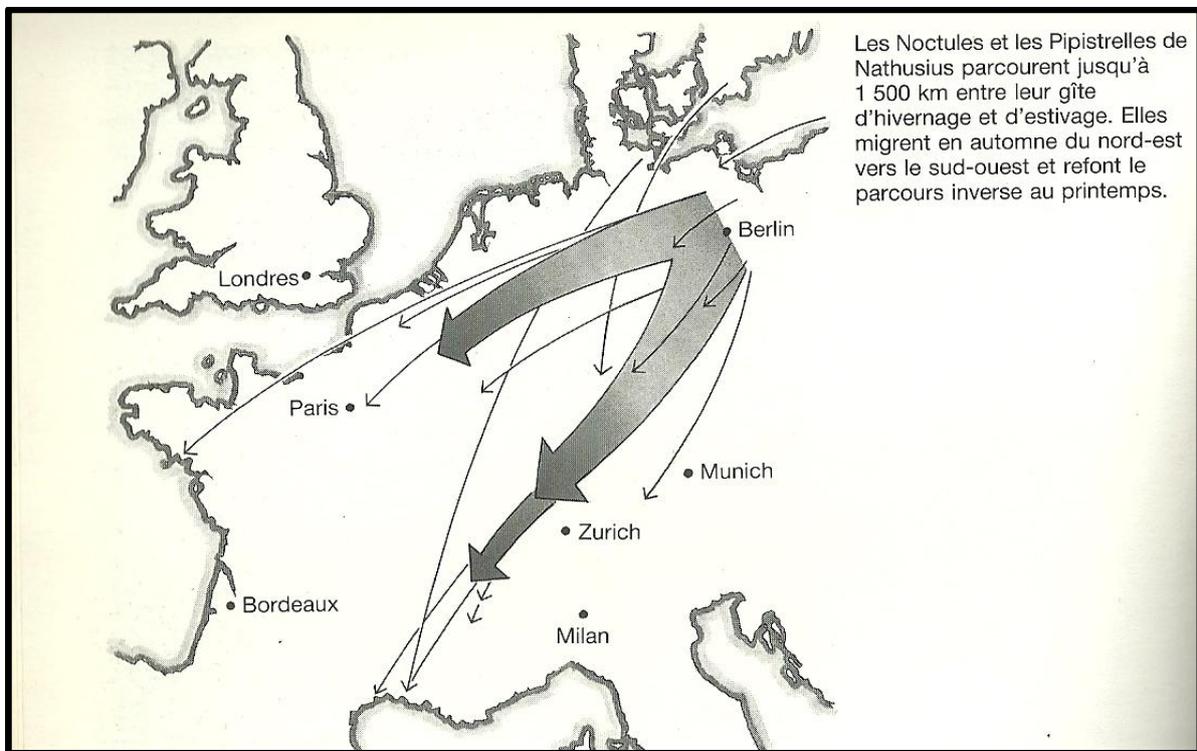
C'est l'homme qui exerce l'influence la plus forte sur le nombre et la répartition de nos chauves-souris : modification des milieux, insecticides, traitements des charpentes, destructions directes, etc...

Certaines chauves-souris peuvent vivre extrêmement longtemps : le baguage a permis de trouver un **Grand Rhinolophe** de 30 ans, une **Barbastelle** de 23 ans et récemment, un **Murin de Brandt** de 41 ans !

Les migrations

Plusieurs espèces de chiroptères effectuent de véritables migrations, et donc volent sur de longues distances.

La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusius*) par exemple peut parcourir en migration des distances régulières de 1000 km. Pour un mammifère d'une dizaine de grammes, il s'agit là d'un record. Grâce à des données des campagnes de baguage effectuées dans presque tous les pays d'Europe du Nord, on a pu déterminer ses flux migratoires. Elle se déplace chaque année à l'automne et au printemps en suivant des axes qui coupent le continent européen, dans le sens sud-ouest, nord-est. Une partie importante des populations qui se reproduisent dans l'Est de l'Europe hiberne, en effet, en Suisse, en Hollande, en France ou même en Espagne. Les Pays-Bas et l'Allemagne ont organisé d'importantes campagnes de baguage. Le record de distance parcourue approche les 2000 km.



Axes de migration des Noctules et des Pipistrelles (Maywald & Pott, 1989).

La biologie complexe et très spécifique des chiroptères nécessite des expertises très poussées aux différentes époques de l'année, réalisées par des spécialistes utilisant des méthodes très sophistiquées (matériel d'enregistrement et d'analyse des ultrasons, ballons captifs pour enregistrements en altitude, etc.). Il est indispensable de réaliser des prospections de terrain à différentes époques de l'année afin de couvrir le cycle biologique complet des chiroptères.

1) Introduction

A la demande de la société Engie-Green-Vouillon, nous avons effectué un suivi en continu des chiroptères dans le cadre d'une prescription ICPE pour le parc éolien de Vouillon (36).

Le parc est composé de 6 éoliennes et a été mis en service le 15/09/2018.

Pour cela nous avons installé un détecteur d'ultrasons sur une éolienne du parc déjà en activité pendant l'année 2019 et 2020.

Ce rapport présente les résultats du suivi 2021, que nous avons effectué du 2 mars 2021 au 31 octobre 2021.

2) Méthodologie

Objectif du suivi

La méthode consiste en l'installation d'un détecteur d'ultrasons autonome sur le site d'installation d'éoliennes à l'altitude de rotation des pales.

Le système se compose d'un micro fixé sur la rampe d'accès, soit à 15m environ du sol et d'un deuxième micro fixé au sommet de l'éolienne. Un détecteur d'ultrasons installé à l'intérieur de la machine et raccordé à l'alimentation 220V via une prise classique est relié à ces 2micros par un câble.

Ce détecteur enregistre tous les ultrasons en expansion de temps et les enregistre sur carte mémoire. Il note la date et l'heure d'enregistrement.

Il est nécessaire d'utiliser des cartes mémoires rapide et de bonne qualité. Nous utilisons des cartes de 32 GO, ce qui permet d'enregistrer pendant 3 mois environ.

Cette méthode permet de connaître tous les passages de chiroptères à hauteur des pales des éoliennes.

De plus, il est possible de corrélérer l'activité des chiroptères avec la vitesse du vent ou les autres mesures disponibles.

L'appareil utilisé est un détecteur d'ultrasons de type SM2BAT qui permet d'enregistrer jusqu'à 192000 hertz en 16 bits et donc de traiter les ultrasons avec

une bonne qualité de restitution. Le volume de détectabilité des micros est en gros une sphère omnidirectionnelle.

Les paramètres d'enregistrements sont les suivants :

Filtre passe haut : 1000 hertz
Gain entrée 1 : + 48 dB
Gain entrée 2 : +48 dB
Compression : wac 4
Gain micro : 0db
Filtre passe haut droit : FS/24
Filtre passe haut gauche : FS/24
Filtre passe bas droit : 0
Filtre passe bas gauche : 0
Seuil de déclenchement droit : 6
Seuil de déclenchement gauche : 6
Trig win right: 5
Trig win left: 5



Photo n° 1 : micro installé au sommet de l'éolienne.

Le SM2BAT a été calibré de sorte que les enregistrements démarrent au coucher du soleil et qu'ils s'arrêtent au lever du soleil. Les enregistrements sont effectués en continu lors de cette plage horaire.

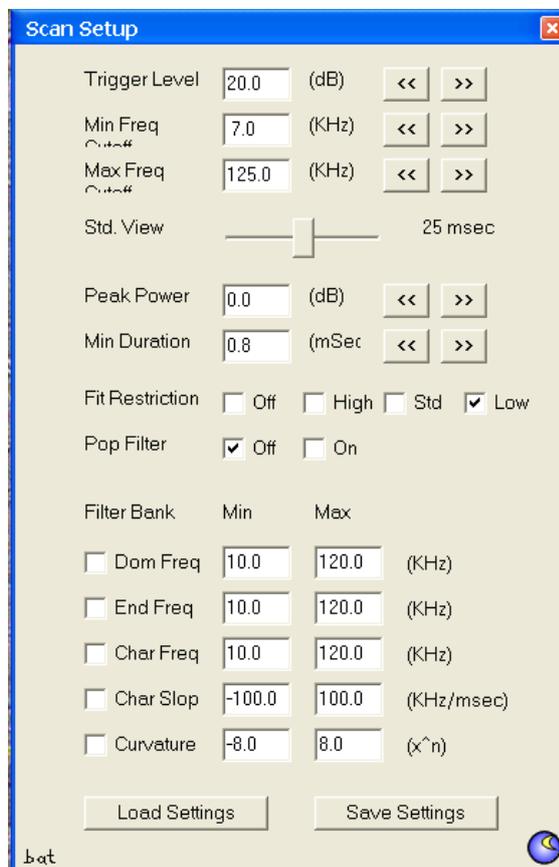
L'analyse des sons a été réalisée à l'aide de plusieurs logiciels spécifiques.

Les fichiers d'ultrasonores enregistrés en format compressé de type « wac » par le SM2 sont convertis par le programme « wac2wav » (*Wildlife acoutics*) en fichiers « wav » afin d'être analysés.

Nous avons paramétré ce programme pour que les fichiers aient une durée de 5 secondes afin respecter la standardisation des fichiers enregistrés et pouvoir ainsi comparer les enregistrements.

Nous utilisons ensuite le programme « ScanR » (*Binary acoustic technology*) pour analyser ces fichiers.

Les paramétrages de ce programme sont les suivants :



Nous utilisons ensuite un programme développé par le Muséum d'Histoire Naturel de Paris pour effectuer une identification automatique des ultrasons.

Ce programme permet d'analyser automatiquement les dizaines de milliers de fichiers générés par le SM 2. En effet, malgré les réglages et les filtres appropriés, de nombreux déclenchements sont dus aux bruits de fonds, parasites, vent, etc....

Il faut cependant noter que nous effectuons des vérifications à chaque niveau d'analyse automatique afin de vérifier la pertinence des classements en bruit divers ou en contact avec des chiroptères.

L'identification des chiroptères en particulier est vérifiée à l'aide des programmes « Batsound » et « Adobe audition ».

Sans cette vérification manuelle qui demande beaucoup de temps et une connaissance très poussée en bioacoustique, de nombreux signaux, identifiés en tant que chiroptères, se révèlent, en fait, être des artefacts causés par le vent ou les pales des éoliennes.

Il s'agit donc d'un excellent outil pour dégrossir les enregistrements, mais la vérification manuelle est indispensable.

3) Localisation et description du site d'étude

La carte n° 1 montre la zone d'implantation.

Le matériel d'enregistrement est installé sur l'éolienne E4. Le parc éolien étant composé de moins de 8 éoliennes, il n'est nécessaire d'installer uniquement un seul module d'enregistrement. Cette éolienne a été choisie car elle est au centre de la zone d'implantation, et cette machine est située près d'un boisement, donc potentiellement la plus sensible.

4) Résultats

Le détecteur a été mis en place le 30 avril 2019, les micros ont été changé pour la campagne de 2020, et pour la campagne de 2021, les 2 micros ont été remplacés par des micros neufs, le 2 mars 2021 pour le micro du bas et le 7 avril 2021 pour le micro du haut.

Il est à noter que nous avons testé les anciens micros et qu'ils étaient encore parfaitement fonctionnels, tant au niveau de la sensibilité que de la courbe de réponse.

Les cartes mémoires ont été changées tous les mois.

Au total, 420 487 fichiers ultrasonores ont été analysés.

5.) Analyse des données

Résultats bruts :

- Micro au niveau de la rampe d'accès : 29 711 contacts.
- Micro au sommet de l'éolienne : 1939 contacts.

5.1) Analyse spécifique

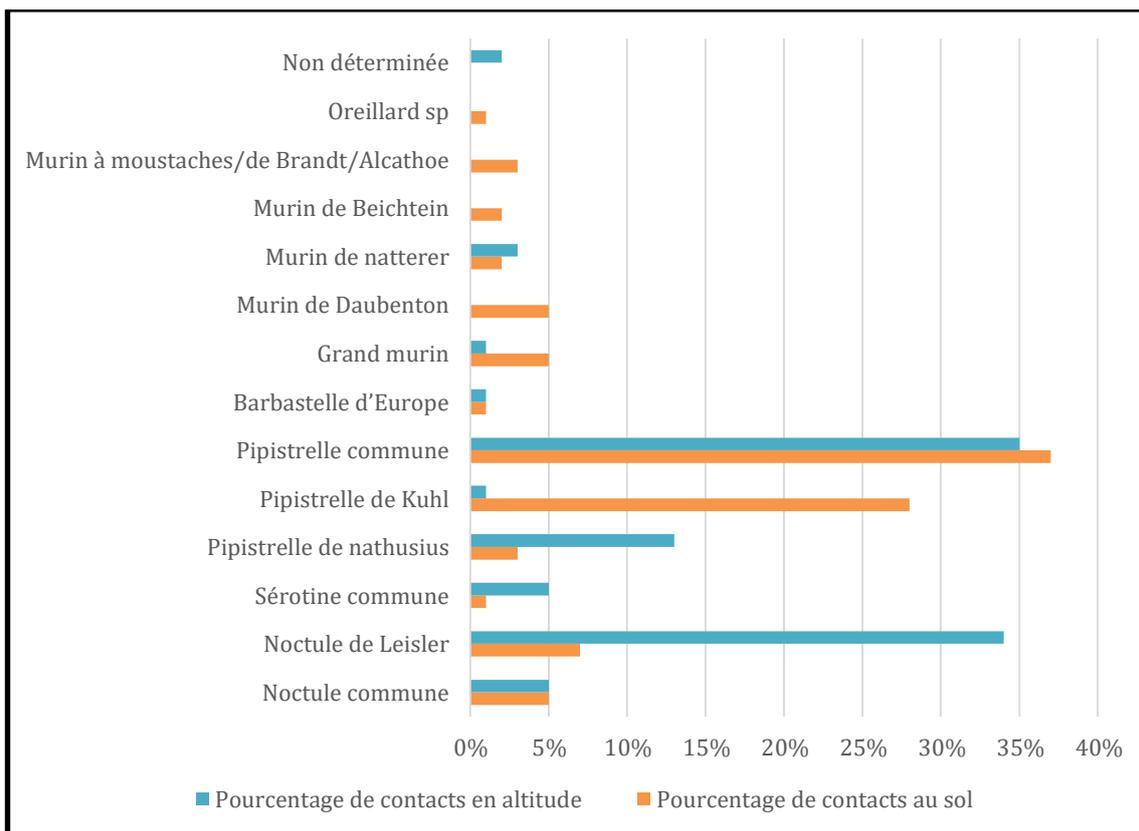
La fréquence des contacts avec les différentes espèces est très variable comme le montre le tableau n° 1, ainsi que le graphique n° 1.

Cette différence est normale et régulièrement constatée ; en effet, rare sont les chiroptères qui volent à plus de 50 m de hauteur, hormis les noctules ou les espèces migratrices, pendant les migrations.

Les déplacements au sol sont beaucoup plus nombreux , d'autant plus que les chiroptères en profitent pour se nourrir.

Espèces	Nombre de contacts au sol	Pourcentage de contacts au sol	Nombre de contacts en altitude	Pourcentage de contacts en altitude
Noctule commune	1532	5 %	99	5%
Noctule de Leisler	2046	7 %	665	34%
Sérotine commune	424	1 %	102	5%
Pipistrelle de nathusius	823	3 %	246	13%
Pipistrelle de Kuhl	8314	28 %	14	1%
Pipistrelle commune	10908	37 %	676	35%
Barbastelle d'Europe	332	1 %	25	1%
Grand murin	1519	5 %	8	1%
Murin de Daubenton	1571	5 %	0	0%
Murin de Natterer	617	2 %	63	3%
Murin de Beichstein	575	2 %	0	0%
Murin à moustaches/de Brandt/Alcathoe	746	3 %	0	0%
Oreillard sp	304	1 %	0	0%
Non déterminée	0	0 %	41	2%
Total	29711	100 %	1939	100 %

Tableau n° 1 : pourcentage de contacts selon les espèces au niveau du sol et en altitude.



Graphique n° 1 : Fréquence des contacts selon les espèces au niveau du sol et en altitude

On peut remarquer une relative similitude entre le % de contacts en altitude et au sol pour la Pipistrelle commune qui représente la majorité des contacts au niveau du sol et en altitude.

Par contre, la deuxième espèce la plus souvent contactée est différente selon l'altitude : au niveau du sol, il s'agit de Pipistrelle de Kuhl, alors qu'en altitude, c'est la Noctule de Leisler.

La Pipistrelle de Nathusius vient ensuite concernant les espèces rencontrées en altitude.

Les autres espèces sont nettement plus rares sur le site et se partagent les contacts restants.

La carte n° 1 montre que le parc éolien est situé parallèlement à un axe potentiel de migration (trait noir) constitué par un ru boisé.

D'autre part, il est situé près d'un boisement et il est fort probable que des déplacements se fassent entre ce boisement et le ru boisé qui sert d'axe de

déplacement.



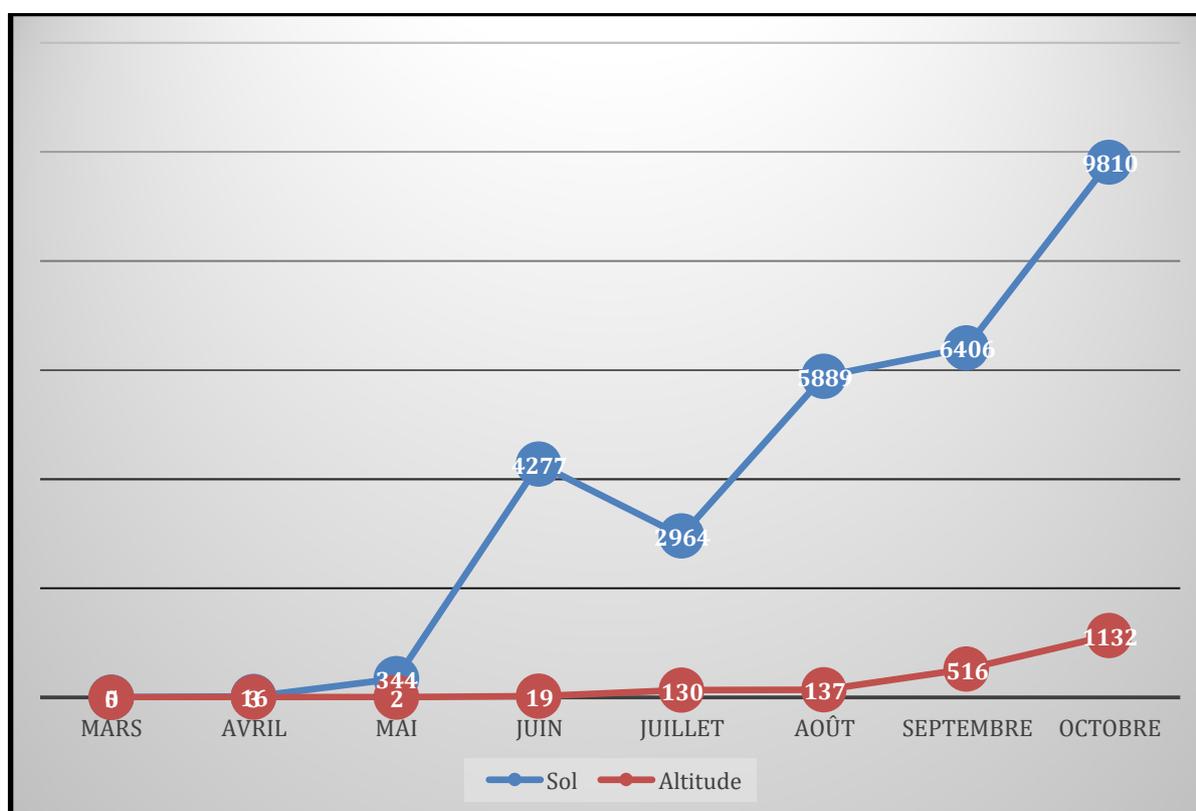
Carte n° 1 : Déplacements potentiels autour du parc éolien.

5.2) Analyse temporelle

Mois	Sol	Altitude
Mars	5	0
Avril	16	3
Mai	344	2
Juin	4277	19
Juillet	2964	130
Août	5889	137
Septembre	6406	516
Octobre	9810	1132

Tableau n° 2 : contacts selon les mois au sol et en altitude.

Les graphiques n° 3 et n° 4 analysent mois par mois les contacts avec les espèces contactées au sol et en altitude.



Graphique n° 2 : analyse temporelle des contacts au niveau du sol et en altitude.

Le graphique n° 2 montre une augmentation du nombre de contacts au cours de l'année.

Cette augmentation concerne aussi bien les contacts en altitude que ceux au niveau du sol.

Cependant, l'augmentation est plus importante au niveau du sol, malgré une baisse au cours du mois de juillet.

En altitude, l'augmentation du nombre de contacts est très importante en septembre et en octobre, ce qui démontre une activité migratoire.



Noctules communes

5.3) Analyse des données collectées en altitude par rapport aux données météorologiques

Grace aux données météo collectées sur le mat de mesure, nous pouvons analyser l'impact des conditions météo sur l'activité des chiroptères en altitude.

Les données sont collectées à 80 m de hauteur, toutes les minutes.

5.3.1.) Analyse de la vitesse du vent par espèce

Espèces	Vitesse de maximum
Noctule commune	25,3 m/s
Noctule de Leisler	25,2 m/s
Sérotine commune	10,7 m/s
Pipistrelle de nathusius	29,5 m/s
Pipistrelle de Kuhl	29,1 m/s
Pipistrelle commune	25,3 m/s
Barbastelle d'Europe	22,4 m/s
Grand murin	6,3 m/s
Murin de Natterer	10,1 m/s
Non déterminée	22,7 m/s

Tableau n° 3 : vitesse de vent maximum, noté à l'emplacement du micro.

La vitesse de vent maximum, 26,5 m/s, a été notée pour la Pipistrelle de Nathusius.

Dans la nuit du 20 au 21 octobre 2021, nous avons enregistré des chiroptères par des vitesses de vent extrêmement élevées et inhabituelles.

151 contacts ont été enregistrés par des vitesses de vent comprises entre 20 m/s et 29 m/s, comme le montre le tableau n° 4 :

Espèces	Nombre de contacts
Noctule commune	6
Noctule de Leisler	4
Sérotine commune	0
Pipistrelle de nathusius	48
Pipistrelle de Kuhl	1
Pipistrelle commune	86
Barbastelle d'Europe	4
Grand murin	0
Murin de Natterer	0
Non déterminée	2
Total	151

Tableau n° 4 : vitesse de vent maximum dans la nuit du 20 au 21 octobre 2021.

Selon le site de météo Centre (<https://www.meteo-centre.fr/blog/bilan-coup-de-vent-tempete-aurore-du-20-au-21-octobre-2021/>), la tempête Aurore a été la cause de forts coups de vent notés dans la région Centre-Val de Loire, avec des vitesses de vent relevées de 100 km/h à 119 km/h.

Il est possible que ce fort coup de vent ait dévié de leurs trajectoires certaines chauves-souris (comme cela arrive souvent avec les oiseaux). Cela expliquerait les passages de plusieurs chauves-souris malgré la force du vent.

Gary McCracken (*McCracken G, Safi K, Kunz T, Dechmann DKN, Swartz S, Wikelski M. Data from: Airplane tracking documents the fastest flight speeds recorded for bats. 2016.*) de l'université du Tennessee a mesuré des Molosses du Brésil (taille et poids intermédiaire entre notre Pipistrelle commune et notre Noctule commune) a des vitesses de vol supérieurs à 100 km/h avec un record de 160 km/h.

Graham Taylor de l'université d'Oxford, estime que les chiroptères peuvent se servir de la vitesse du vent pour booster leur vitesse de vol.

Si l'on fait abstraction de cette nuit du 20 au 21 octobre, les vitesses de vent relevées sont plus cohérentes, comme le montre le tableau n° 5.

Cependant, la plupart des espèces ont été notées par des vitesses supérieures à 6m/s qui est considérée comme la vitesse au-dessus de laquelle l'activité des chiroptères est moindre. Le chapitre suivant va analyser le nombre de contacts enregistrés à ces vitesses de vent élevée.

Espèces	Vitesse de vent maximum
Noctule commune	8,5 m/s
Noctule de Leisler	12,7 m/s
Sérotine commune	10,7 m/s
Pipistrelle de nathusius	14,5 m/s
Pipistrelle de Kuhl	8,7 m/s
Pipistrelle commune	14,6 m/s
Barbastelle d'Europe	11,9 m/s
Grand murin	6,3 m/s
Murin de Natterer	10,1 m/s
Non déterminée	14,5 m/s

Tableau n° 5 : vitesse de vent maximum sans la nuit du 20 au 21 octobre 2021.

5.3.2.) Analyse de la vitesse du vent par fréquence d'enregistrements

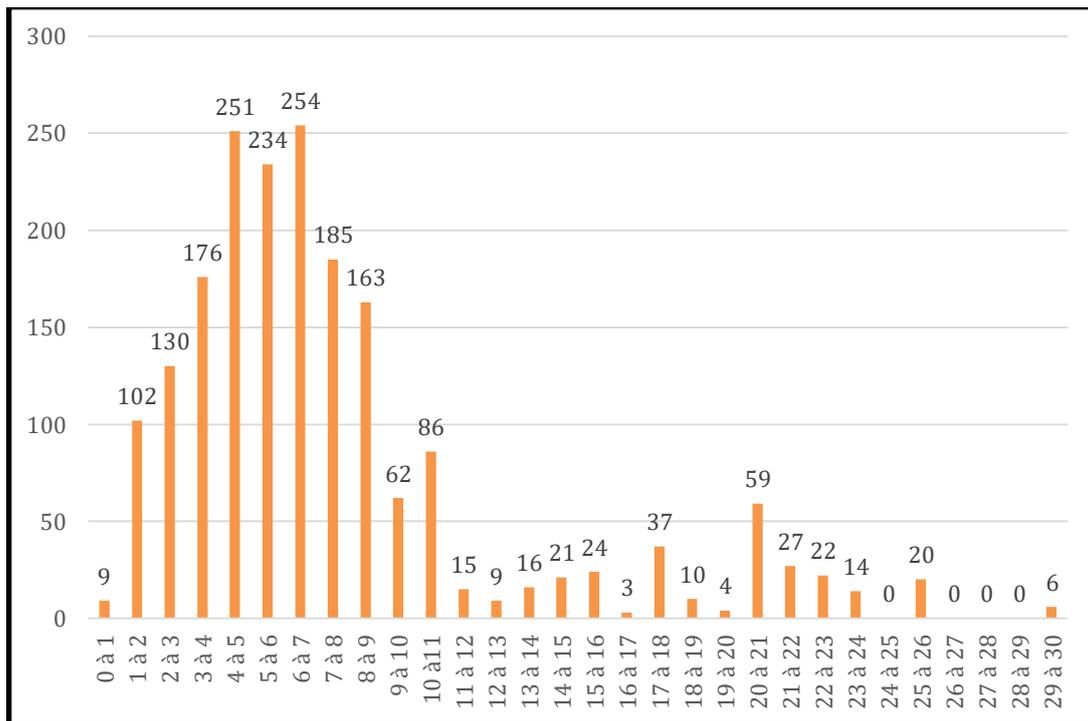
Le tableau n° 6 et le graphique n° 3 détaillent la vitesse du vent selon le nombre de contacts.

Le plus grand nombre de contacts a été noté par une vitesse de vent de 6 à 7 m/s.

Vitesse du vent (en mètres par seconde)	Nombre de contacts
0 à 1	9
1 à 2	102
2 à 3	130
3 à 4	176
4 à 5	251
5 à 6	234
6 à 7	254
7 à 8	185
8 à 9	163
9 à 10	62
10 à 11	86
11 à 12	15
12 à 13	9
13 à 14	16
14 à 15	21
15 à 16	24
16 à 17	3
17 à 18	37
18 à 19	10
19 à 20	4
20 à 21	59
21 à 22	27
22 à 23	22
23 à 24	14
24 à 25	0
25 à 26	20
26 à 27	0
27 à 28	0

28 à 29	0
29 à 30	6
Total	1939

Tableau n° 6 : Nombre de contacts selon la vitesse du vent.



Graphique n° 3 : Nombre de contacts selon la vitesse du vent.

Le plus grand nombre de contacts a été noté par une vitesse de vent inférieure à 7 m/s (1156 contacts, soit 60 % des contacts).

5.3.3.) Analyse de la direction du vent

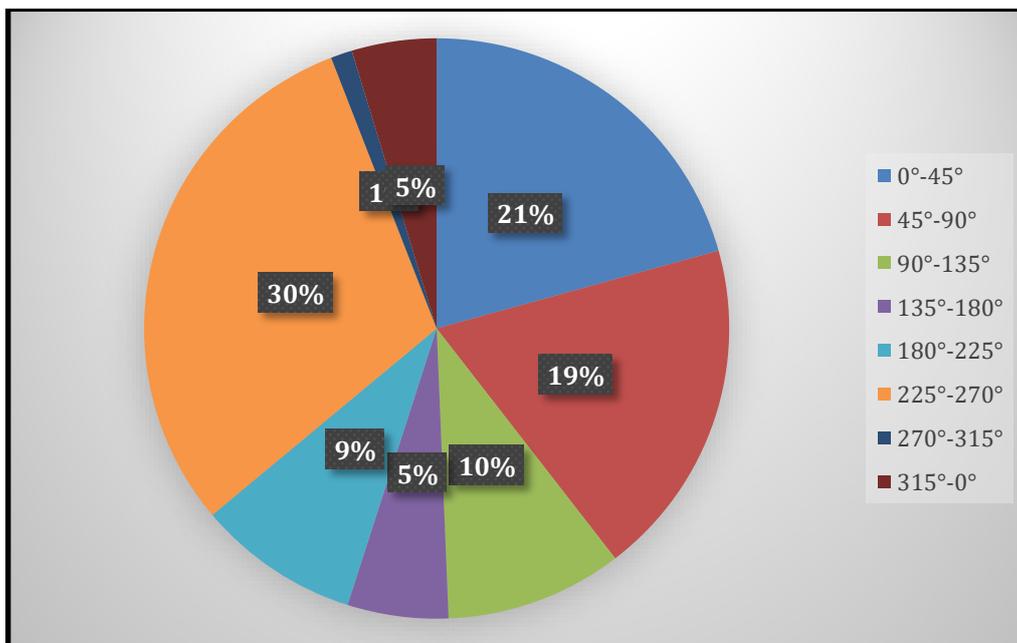
Il y a plus de contacts lorsque le vent provient du sud-ouest, puis du nord-est, soit 2 directions diamétralement opposées.

Direction du vent	Nombre de contacts
0°-45°	401
45°-90°	366
90°-135°	190
135°-180°	108
180°-225°	174
225°-270°	586
270°-315°	23
315°-0°	91
Total	1939

Tableau n° 7 : Nombre de contacts selon la direction du vent.



Rose des vents



Graphique n° 4 : Pourcentage de contacts selon la direction du vent.

5.4) Analyse de la température

5.5.1.) Analyse de la température par espèce

La température minimale de déplacement est de 5°.

Cette température est relativement basse, mais correspond à la migration automnale, période où les températures nocturnes sont basses.

Espèces	Température minimum
Noctule commune	9,4°
Noctule de Leisler	5°
Sérotine commune	8,9°
Pipistrelle de nathusius	7,7°
Pipistrelle de Kuhl	12,6°
Pipistrelle commune	4,5°
Barbastelle d'Europe	9,7°
Grand murin	16,3°
Murin de Natterer	5,5°
Non déterminée	5,5°

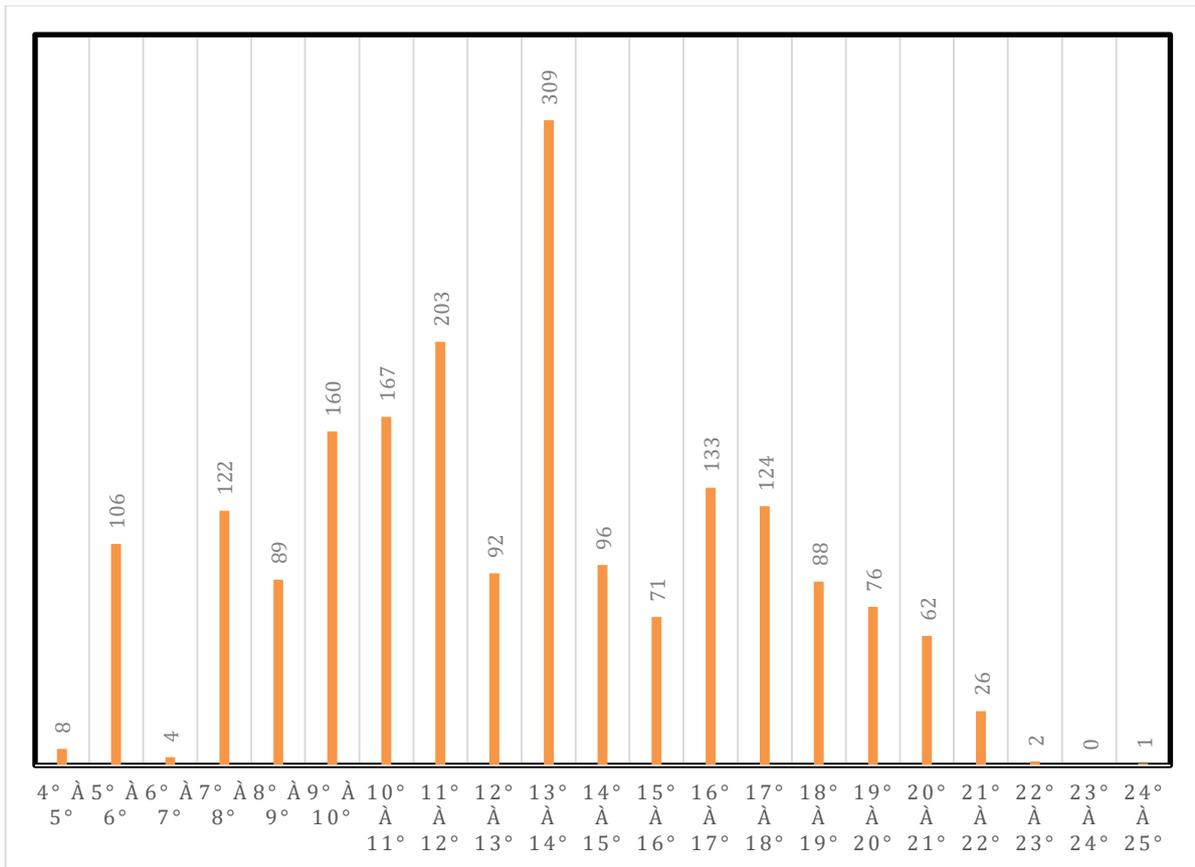
Tableau n° 8 : Température minimale enregistrée par espèce.

5.5.2.) Analyse de température par fréquence d'enregistrements

Le tableau n° 9 et le graphique n° 5 détaillent la température selon le nombre d'enregistrements.

Température	Nombre d'enregistrements
4° à 5°	8
5° à 6°	106
6° à 7°	4
7° à 8°	122
8° à 9°	89
9° à 10°	160
10° à 11°	167
11° à 12°	203
12° à 13°	92
13° à 14°	309
14° à 15°	96
15° à 16°	71
16° à 17°	133
17° à 18°	124
18° à 19°	88
19° à 20°	76
20° à 21°	62
21° à 22°	26
22° à 23°	2
23° à 24°	0
24° à 25°	1
Total	1939

Tableau n° 9 : Nombre d'enregistrements selon la température.



Graphique n° 5 : Pourcentage d'enregistrements selon la température.

La majorité des contacts ont lieu par des températures supérieures à 7°.

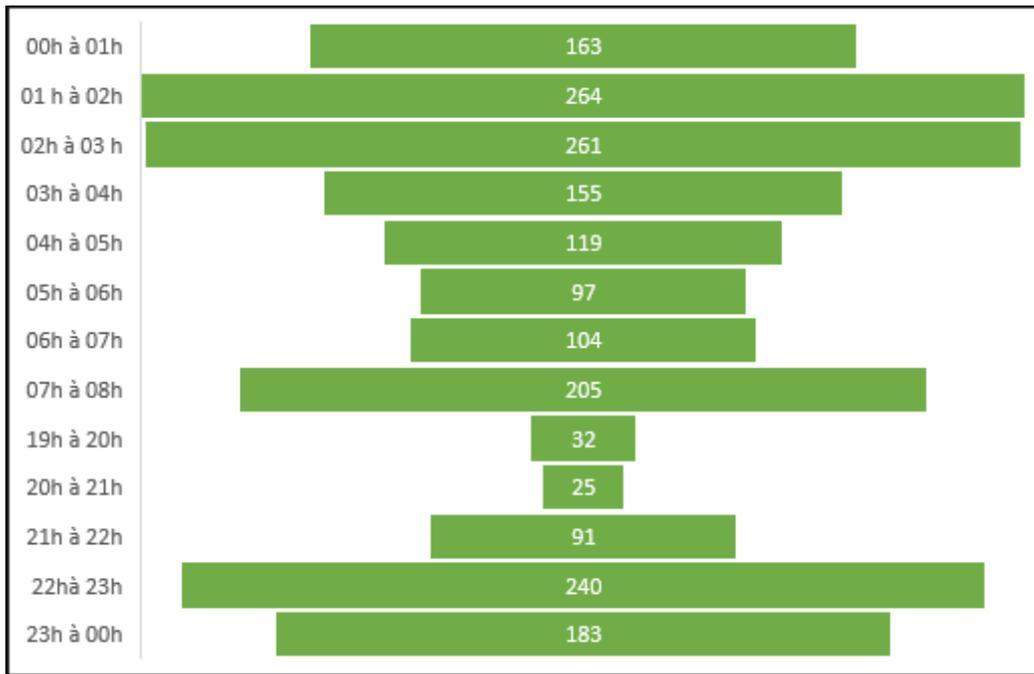
5.5.3) Analyse des horaires des enregistrements

Le réglage de l'heure est celle du fuseau horaire UTC.

L'analyse des plages horaires des enregistrements montre que les contacts se produisent essentiellement entre 22 h et 03 h du matin. Des déplacements ont aussi été notés au lever du jour entre 07 h et 08 h.

Horaires	Nombre d'enregistrements
00h à 01h	163
01 h à 02h	264
02h à 03 h	261
03h à 04h	155
04h à 05h	119
05h à 06h	97
06h à 07h	104
07h à 08h	205
19h à 20h	32
20h à 21h	25
21h à 22h	91
22h à 23h	240
23h à 00h	183
total	1939

Tableau n° 10 : horaires des enregistrements.



Graphique n° 8 : Plages horaires des contacts en altitude.



Pipistrelle commune

5.6) Analyse des données en rapport avec la pluie

Un capteur de pluviométrie a été installé en octobre 2020 sur le mat, nous avons analysé les données collectées en altitude avec le cumul de pluie :

Cumul de pluie	Nombre de contacts
0 à 1 cm	1932
1 à 2 cm	1
5 à 6 cm	2
17 à 18 cm	4
Total	1939

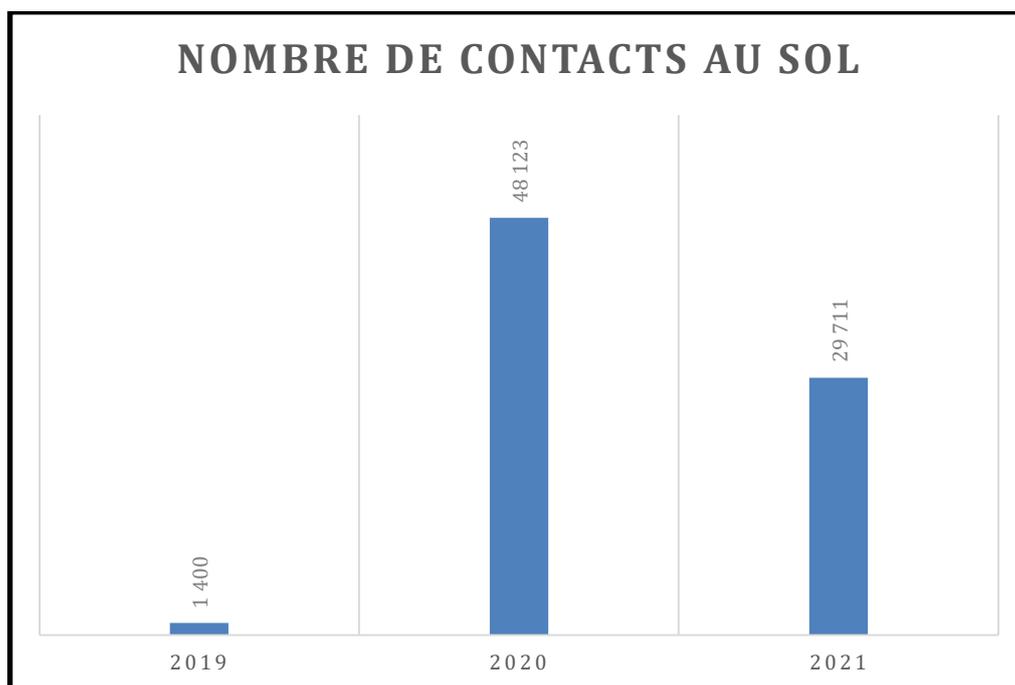
Tableau n° 11 : analyse des données en rapport avec la pluie.

La grande majorité des contacts a été noté lorsqu'il ne pleuvait pas (99,6 %). La pluie est clairement un motif d'arrêt de l'activité chez les chiroptères.

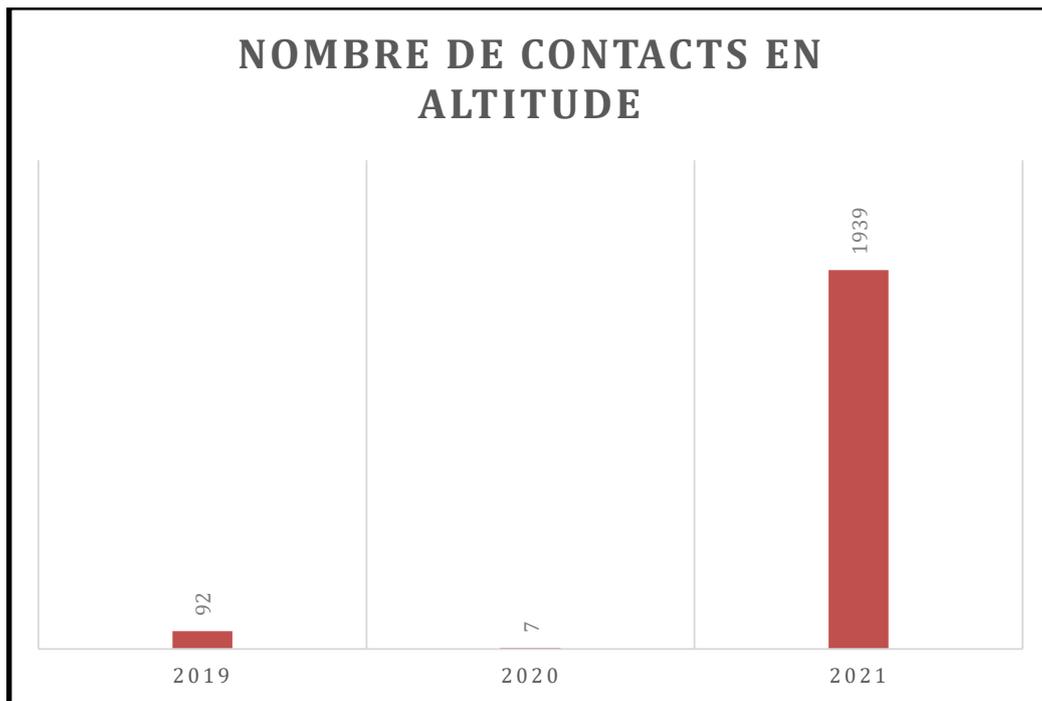
6) Evolution temporelle

Années	Nombre de contacts au sol	Nombre de contacts en altitude
2019	1 400	92
2020	48 123	7
2021	29 711	1939

Tableau n° 12 : Evolution temporelle des contacts au sol et en altitude.



Graphique n° 9 : Evolution temporelle des contacts au sol.



Graphique n° 9 : Evolution temporelle des contacts en altitude.

L'augmentation important du nombre de contacts au niveau du sol en 2020 peut s'expliquer par le meilleur positionnement du micro.

Par contre la baisse, notée en 2021 ne peut s'expliquer que par une baisse de l'activité des chiroptères, dont nous ne connaissons pas la cause.

Au niveau du sol, en 2020, par rapport à 2019, 3 nouvelles espèces ou groupes d'espèces avaient été identifiées au niveau du sol : le groupe des Oreillard, le Murin de Beichstein, et le groupe Murin à moustaches/Murin de Brandt/Murin d'Alcathoe.

En 2021, toutes ces espèces ont été revues et aucune nouvelle espèce n'a été notée.

Pour les contacts en altitude, le nombre de contacts était faible en 2019, et il a baissé en 2020, mais cela était peut-être dû au fait qu'un prestataire a débranché la prise électrique pour utiliser du matériel et ne l'a pas rebranché en partant de l'éolienne. Il n'y a pas eu d'enregistrements entre le 18 septembre 2020 et le 16 octobre 2020,

Ces 2 mois étaient les seuls où des contacts ont été notés en altitude en 2019.

L'augmentation spectaculaire du nombre de contacts en altitude en 2021 est difficilement explicable.

Une des raisons pourrait être l'extinction des éclairages dans les villages. En effet, de nombreuses espèces chassent au-dessus des villages éclairés et il est probable aussi que les chiroptères se servent de ces éclairages pour se diriger lors de leurs migrations.

7) Conclusion

Cette étude fait suite à la demande de la société Engie-Green-Vouillon afin d'effectuer un suivi en continu des chiroptères sur le parc en activité de Vouillon (36).

Le but du suivi est de connaître l'activité des chiroptères à hauteur des éoliennes pendant leur période d'activité.

Pour cela, un détecteur a été installé en 2019 sur une éolienne en service, avec un micro posé sur la nacelle et un autre au niveau du sol.

Nous avons continué le suivi en 2020 puis en 2021.

En 2021, le nombre de contacts a baissé au niveau du sol (29 711 contacts), alors qu'il a fortement augmenté en altitude (1939 contacts).

La Pipistrelle commune représente la majorité des contacts au niveau du sol et en altitude.

Par contre, la deuxième espèce la plus souvent contactée est différente selon l'altitude : au niveau du sol, il s'agit de Pipistrelle de Kuhl, alors qu'en altitude, c'est la Noctule de Leisler.

La Pipistrelle de Nathusius vient ensuite concernant les espèces rencontrées en altitude.

Le parc éolien est situé parallèlement à un axe potentiel de migration constitué par un ru boisé.

D'autre part, il est situé près d'un boisement et il est fort probable que des déplacements se fassent entre ce boisement et le ru boisé qui sert d'axe de migration

Si l'on analyse les données au cours de l'année, on remarque qu'en altitude, l'augmentation du nombre de contacts est très importante en septembre et en octobre, ce qui démontre une activité migratoire.

Le plus grand nombre de contacts a été noté par une vitesse de vent de 6 à 7 m/s.

On note aussi qu'il y a plus de contacts lorsque le vent provient du sud-ouest, puis du nord-est, soit 2 directions diamétralement opposées.

La majorité des contacts ont lieu par des températures supérieures à 7°.

L'analyse des plages horaires des enregistrements montre que les contacts se produisent essentiellement entre 22 h et 00 h d'une part, mais aussi de 01 h à 0h h d'autre part. Des déplacements ont aussi été notés au lever du jour entre 07 h et 08 h.

La grande majorité des contacts a été noté lorsqu'il ne pleuvait pas (99,6 %). La pluie est clairement un motif d'arrêt de l'activité chez les chiroptères.

La baisse du nombre de contacts au sol, notée cette année ne peut s'expliquer que par une baisse de l'activité des chiroptères, dont nous ne connaissons pas la cause.

Pour les contacts en altitude, le nombre de contacts était faible en 2019, et il a baissé en 2020, mais cela était peut-être dû au fait qu'un prestataire a débranché la prise électrique pour utiliser du matériel et ne l'a pas rebranché en partant de l'éolienne. Il n'y a pas eu d'enregistrements entre le 18 septembre 2020 et le 16 octobre 2020, alors que ces 2 mois étaient les seuls où des contacts ont été notés en altitude en 2019.

L'augmentation spectaculaire du nombre de contacts en altitude en 2021 est difficilement explicable.

Une des raisons pourrait être l'extinction des éclairages dans les villages. En effet, de nombreuses espèces chassent au-dessus des villages éclairés et il est probable aussi que les chiroptères se servent de ces éclairages pour se diriger lors de leurs migrations.

8) Bibliographie

- ARNETT E.B., 2007. Patterns of bat fatality and the timing and efficacy of curtailment of wind turbines. In: International Bat Research Conference (14, 2007, Mérida). XIV International Bat Research Conference, 37th NASBR, Mérida, YUC, Mexico, 2007, August 19-23 : program and abstracts.
- ARNETT E.B., HUSO M., SCHIRMACHER M. & HAYES J., 2010. Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Frontiers in Ecology and the Environment*, p 219-214.
- ANDERSON R.L., DAVIS H., KENDALL W., MAYER L.S., MORRISON M., SINCLAIR K., STRICKLAND D. et UGORETZ S.L. (1997). Standard metrics and methods for conducting avian/wind energy interaction studies, p. 265-272. *In Windpower '97 Proceedings*, June 15-18, 1997. 636 p.
- ANDRE Y. (2004). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Document LPO. 21 p.
- ARNETT E.B., technical editor. (2005). Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia: An Assessment of Bat Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality and Behavioral Interactions with Wind Turbines. Final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. *In* NWCC, Mitigation Toolbox, Compiled by NWCC Mitigation Subgroup & Jennie Rectenwald, Consultant. May 2007.
- ARNETT E.B., SCHIRMACHER M., HUSO M.M.P. et HAYES J.P. (2009). Effectiveness of Changing Wind Turbine Cut-in Speed to Reduce Bat Fatalities at Wind Facilities. 2008 Annual Report. Annual Report Prepared for the Bats and Wind Energy Cooperative and the Pennsylvania Game Commission, avril 2009. 44 p.
- ARNETT E.B., BROWN K., ERICKSON W.P., FIEDLER J., T. H. HENRY T.H., JOHNSON G.D., KERNS J., KOLFORD R.R., NICHOLSON C.P., O'CONNELL T., PIORKOWSKI M. et R. TANKERSLEY Jr. R. (2008). Patterns of fatality of bats at wind energy facilities in North America. *J. Wildl. Manage*, 72(1) : 61–78.
- ARTHUR L. et LEMAIRE M. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse, Collection Parthénope. Biotope éditions, Publications scientifiques du muséum 544p.
- AVES environnement et GCP (2008). Evaluation ponctuelle de la mortalité des Chiroptères. Parc éolien du Mas de Leuze, commune de Saint-Martin-de-Crau (13), 15 août - 2 octobre 2008. 27 p.
- BAERWALD E.F., D'AMOURS G.H., KLUG B.J. et BARCLAYS R.M.R. (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*, 18 (16) : 695-696.
- BAERWALD E.F., EDWORTHY J., HOLDER M. et BARCLAY R.M.R. (2009). A Large-Scale Mitigation Experiment to Reduce Bat Fatalities at Wind Energy Facilities. *J. Wildl. Manage*, 73(7) : 1077–1081.
- BRINKMANN R., SCHAUER-WEISSHAHN H., BONTADINA F. (2006). [Etudes sur les impacts potentiels liés au fonctionnement des éoliennes sur les chauves-souris du district de Fribourg]. Regierungspräsidium Freiburg – Referat 56. Naturschutz und landschaftspflege gefördert durch Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg (Projekt 0410L). Traduction du Bureau de coordination énergie éolienne/Koordinierungsstelle Windenergie e.V. (traduction non officielle).

- BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN et M. REICH (éditeurs) (2011). Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. - Umwelt und Raum Bd. 4, 457 S., Cuvillier Verlag, Göttingen (*Développement de méthodes pour étudier et réduire le risque de collision de chauves-souris avec les éoliennes terrestres. – Environnement et espaces vol. 4, 457 p., éditions Cuvillier, Göttingen.*).
- DIETZ C. et von HELVERSEN O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.
- DORGERE A. et COSSON E. (2005). Chiroptères sur le Mas de Leuze (Saint-Martin-de-Crau 13). Etude diagnostique. Inventaire des espèces et évaluation du risque éolien pour les chiroptères. SINERG, Groupe Chiroptères de Provence. 45 p.
- DUBOURG-SAVAGE M.-J./SFPEM (2009). Mortalité de chauves-souris par éoliennes en France. Etat des connaissances au 16/12/2009. Synthèse M.J. Dubourg-Savage M.J./SFPEM. <http://www.sfepm.org>, consulté le 17 mai 2010.
- DULAC P. (2008). Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. Ligue pour la Protection des Oiseaux, délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon - Nantes, 106 p.
- ERICKSON W.P., STRICKLAND M.D., JOHNSON G.D. et KERN J.W. (2000). Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants, p.172-182. *In* Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, CA, May 1998. 202 p.
- ERICKSON W., JOHNSON G., YOUNG D., STRICKLAND D., GOOD R., BOURASSA M., BAY K. et SERNKA K. (2002). Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments. WEST, Inc., 2003 Central Ave. Cheyenne, WY 82001. 124 p.
- ERICKSON W., KRONNER K. et GRITSKI B. (2003). Nine Canyon Wind Power Project, Avian and bat monitoring report, September 2002-August 2003. Western EcoSystems Technology, Inc. et Northwest Wildlife Consultants Inc. pour Nine Canyon Technical Advisor Committee, Energy Northwest. 32 p.
- FIEDLER J.K., HENRY T.H., TANKERSLEY R.D. et NICHOLSON C.P. (2007). Results of Bat and Bird Mortality Monitoring at the Expanded Buffalo Mountain Windfarm, 2005 Tennessee Valley Authority. 38 p.
- HORN J.W., ARNETT E.B., JENSEN M. et H. KUNZ T. (2008). Testing the effectiveness of an experimental acoustic bat deterrent at the Maple Ridge wind farm. Report prepared for: The Bats and Wind Energy Cooperative and Bat Conservation International, Austin, TX, 24 juin 2008. 30 p.
- HUSO M., 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics* : 19 pp. Jones G. Cooper-Bohannon R. Barlow K. et Parsons K. 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain - Scoping and method development report. Bat conservation Trust : 150 p.
- JONES G., COOPER-BOHANNON R., BARLOW K., & PARSONS K., 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain. Scoping and method development report. Bat conservation Trust : 150 pp.
- KERNS J. et KERLINGER P. (2004). A study of bird and bat collision fatalities at the Mountaineer Wind Energy Center, Tucker County, West Virginia : Annual report for 2003. Curry & Kerlinger, LLC. 39 p.

LEKUONA J. (2001). Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Dirección General de Medio Ambiente, Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y vivienda, Gobierno de Navarra. 147 p.

LEUZINGER Y., LUGON A. et BONTADINA F. (2008). Eoliennes en Suisse, mortalité de chauves-souris. *Natura biologie appliquée*. 34 p.

LUSTRAT (2016) Déplacements des Noctules communes et des Noctules de Leisler en Ile de France et dans le Centre. A paraître.

MARCHESI P., BLANT M. et CAPT S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.

MORRISON M. (2002). Searcher bias and scavenging rates in bird/wind energy studies. NREL/SR-500-30876.

PNAWPPM-IV (2001). Proceedings of National Avian Wind-Power Planning Meeting IV, Carmel, CA, May 16-17, 2000. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee, by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, ed., 179 p.

RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., GOODWIN J. et HARBUSCH C. (2008): Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. EUROBATS Publication Series N°3 (version française). PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 55 pp.

SZEWCZAK J.M. et ARNETT E.B. (2006). Preliminary Field Test Results of an Acoustic Deterrent with the Potential to Reduce Bat Mortality from Wind Turbines. Report Prepared for: The Bats and Wind Energy Cooperative, Austin, TX, décembre 2006. 7 p.

SZEWCZAK J.M. et ARNETT E.B. (2008). Field Test Results of a Potential Acoustic Deterrent to Reduce Bat Mortality from Wind Turbines. Report prepared for: The Bats and Wind Energy Cooperative, Austin, TX, juillet 2008. 14 p.

WESTERN ECOSYSTEMS TECHNOLOGY, INC. et NORTHWEST WILDLIFE CONSULTANTS, INC. (2004). Stateline Wind Project Wildlife Monitoring Final Report, July 2001-December 2003. Pour FPL Energy. 98 p.

WINKELMAN J.E. (1989). [Birds and the wind park near Urk: collision victims and disturbance of ducks, geese and swans]. RIN Rep. 89/15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, The Netherlands. Dutch, Engl. summ. Appendice 2C (English-Language Summaries), p.122-166, in Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting, Lakewood, Colorado. July 20-21, 1994. 145 p.