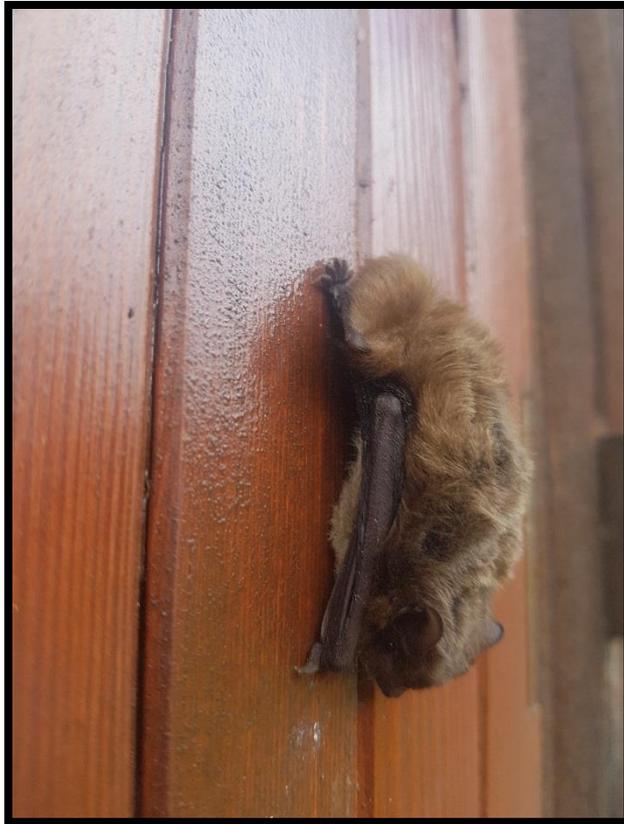


SAS Lustrat Philippe
85 route de pierre longue
77760 Boulancourt
Tel 06 27 37 24 76
lustrat.philippe@orange.fr

**Suivi en continu des chiroptères dans le cadre
d'une prescription ICPE pour le parc éolien de
Vouillon (36).**



Pipistrelle commune

Novembre 2019

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	12
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	21
5.3.2.) Analyse de la vitesse du vent par fréquence d'enregistrements	22
5.3.3.) Analyse de la direction du vent	23
5.4) Analyse de la température	24
5.5.1.) Analyse de la température par espèce	24
5.5.2.) Analyse de température par fréquence d'enregistrements.....	25
5.5.3) Analyse des horaires des enregistrements.....	26
6) Relations avec la mortalité constatée	27
7) Conclusion	28
8) Bibliographie.....	30

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.

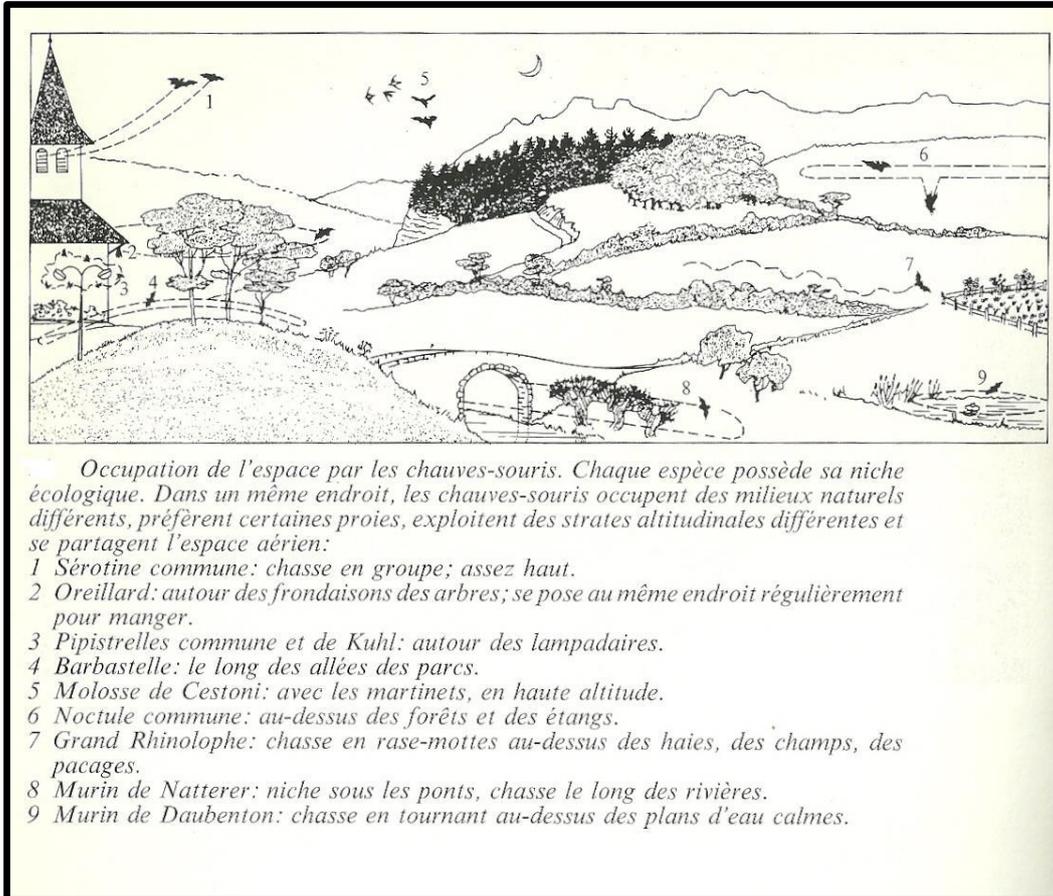
Dès que l'élevage des jeunes est terminé, les femelles retrouvent les mâles pour la reproduction.

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.

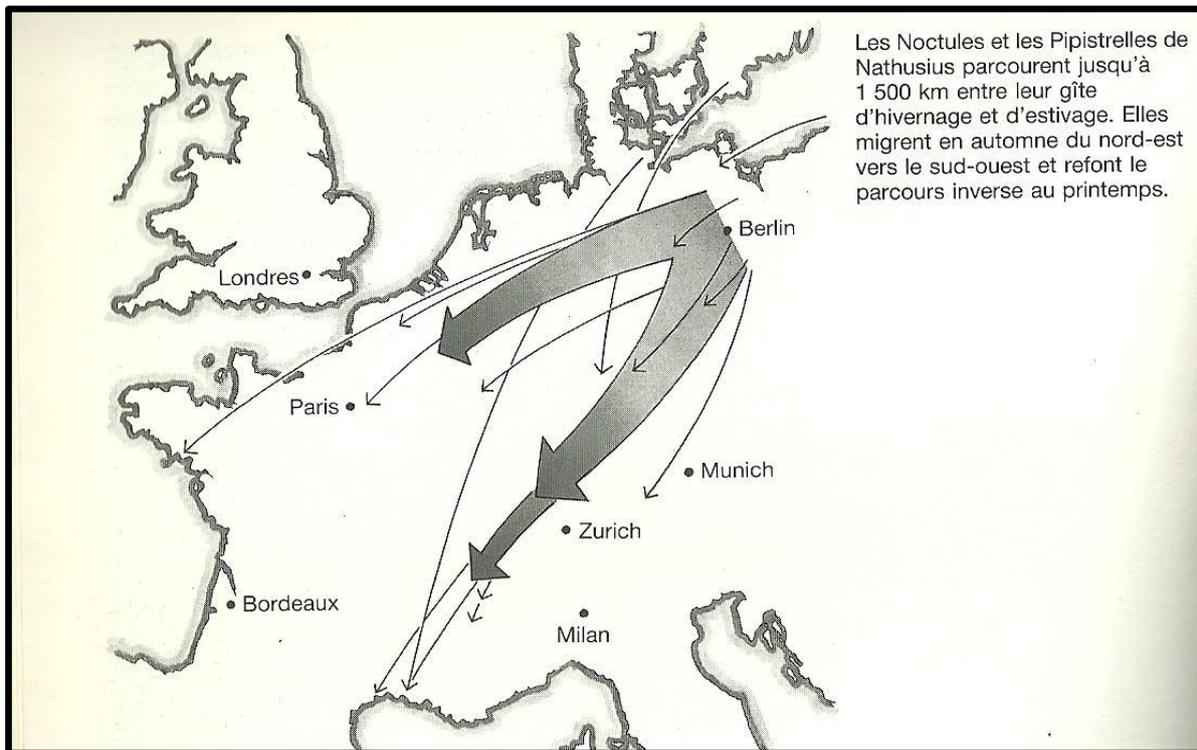
C'est l'homme qui exerce l'influence la plus forte sur le nombre et la répartition de nos chauves-souris : modification des milieux, insecticides, traitements des charpentes, destructions directes, etc...

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 nathusii*) 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)

Pour cela nous avons installé un détecteur d'ultrasons sur une éolienne du parc déjà en activité.

Ce rapport présente les résultats du suivi.

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 corréler 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.

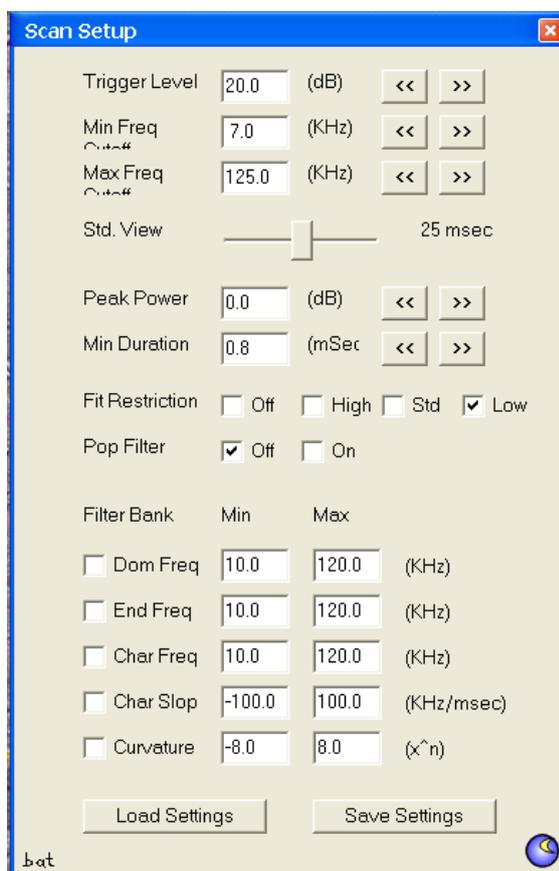
L'analyse des sons a été réalisée à l'aide de plusieurs logiciels spécifiques.

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 ».

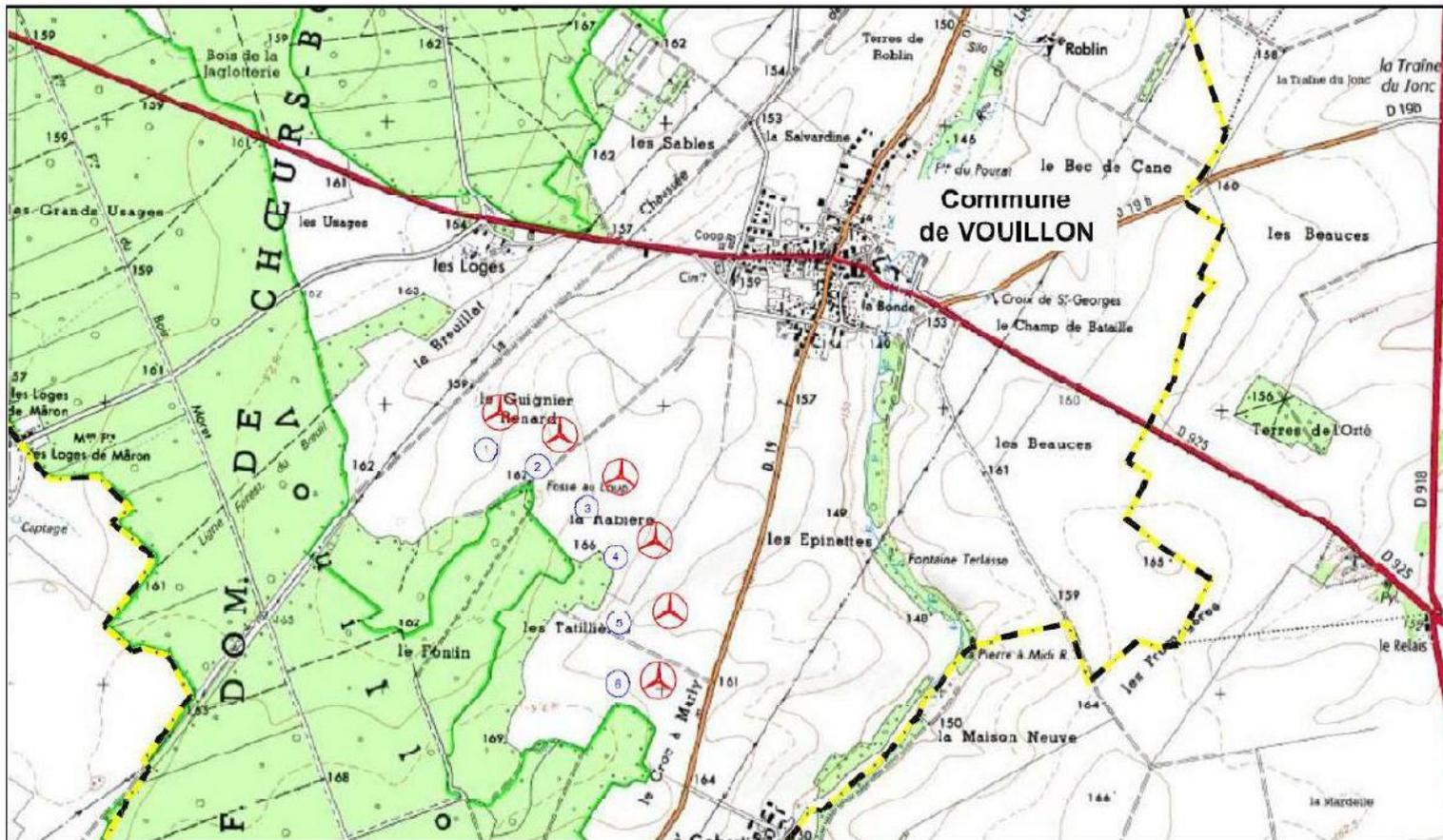
Sans cette vérification manuelle qui demande beaucoup de temps et une connaissance très poussée en bioacoustique, de nombreux signaux, identifiés en tant que chiroptères, se révèlent, en fait, être des artefacts causés par le vent ou les pales des éoliennes.

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. Cette éolienne a été choisie car elle est au centre de la zone d'implantation, et cette machine est situé près d'un boisement, donc potentiellement la plus sensible.



Localisation des éoliennes du Parc de Vouillon (36) – ENGIE Green

Carte n° 1 : Localisation de l'emplacement du système d'enregistrements.

4) Résultats

Le détecteur a été mis en place le 30 avril 2019 et les enregistrements ont commencés le jour même.

Les cartes mémoires ont été changées aux dates suivantes :

- 20 mai 2019
- 12 juillet 2019
- 12 août 2019
- 31 septembre 2019
- 31 octobre 2019

Au total, 325 458 fichiers ultrasonores ont été analysés.

5.) Analyse des données

Résultats bruts :

- Micro au niveau de la rampe d'accès : 1401 contacts.
- Micro au sommet de l'éolienne : 92 contacts.

5.1) Analyse spécifique

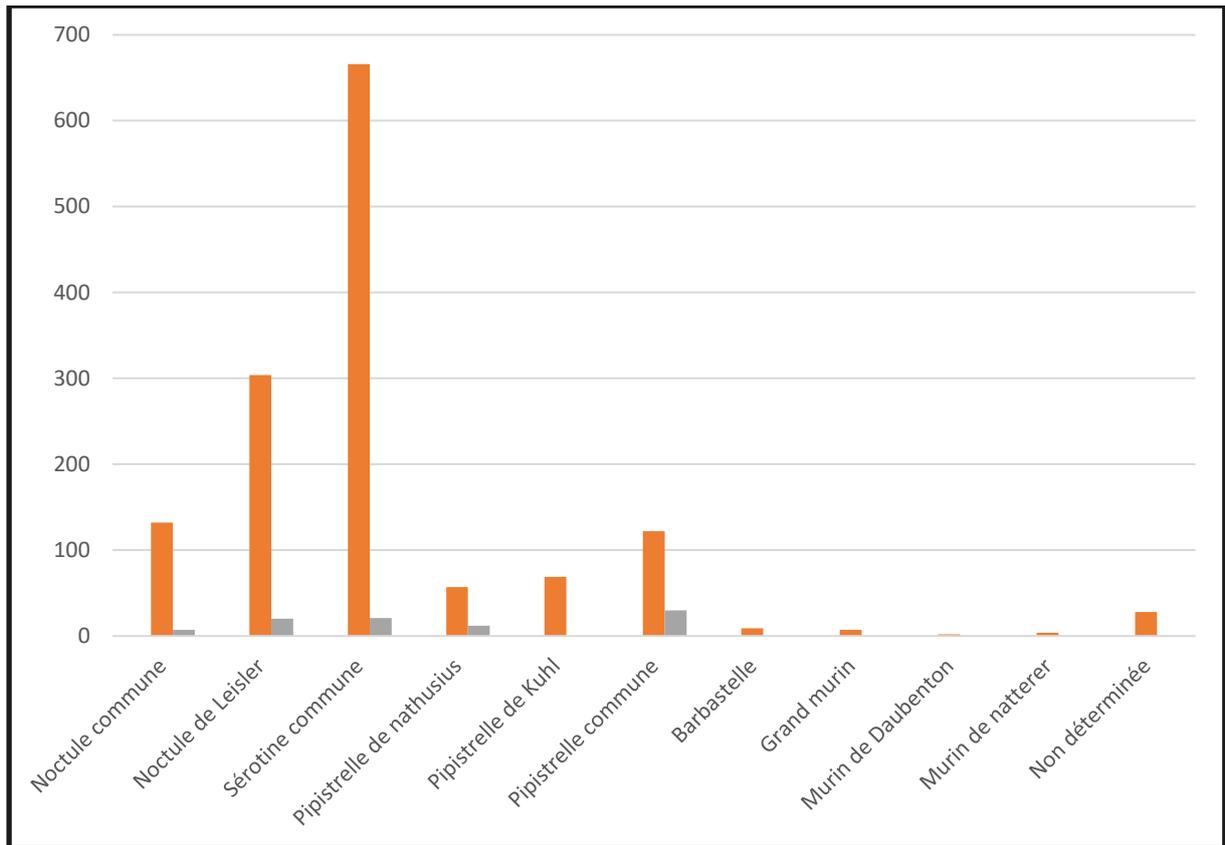
La fréquence des contacts avec les différentes espèces est très variable comme le montre le tableau n° 1, ainsi que le graphique n° 1.

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 pendant les migrations.

Les déplacements au sol sont beaucoup plus fréquents, 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	132	9,4 %	7	7,9 %
Noctule de Leisler	304	21,7 %	20	22,2 %
Sérotine commune	666	47,6 %	21	23,3 %
Pipistrelle de nathusius	57	4,1 %	12	13,3 %
Pipistrelle de Kuhl	69	4,9 %	0	0
Pipistrelle commune	122	8,7 %	30	33,3 %
Barbastelle d'Europe	9	0,6 %	0	0
Grand murin	7	0,5 %	0	0
Murin de Daubenton	2	0,2 %	0	0
Murin de natterer	4	0,3 %	0	0
Non déterminée	28	2 %	0	0
Total	1400	%	90	100 %

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



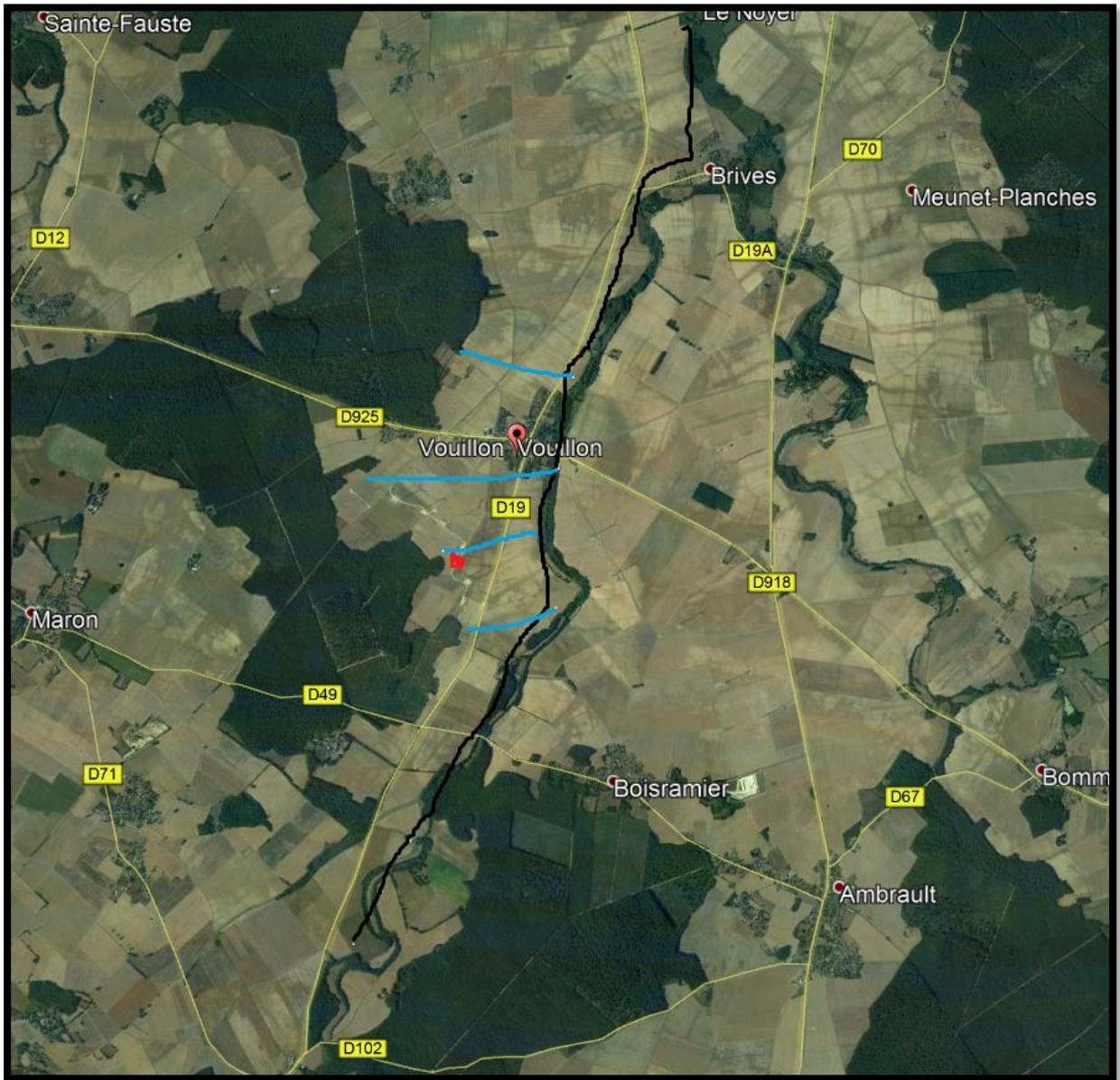
Graphique n° 1 : Fréquence des contacts selon les espèces au niveau du sol (couleur orange) et en altitude (couleur grise).

On peut remarquer une relative similitude entre le % de contacts en altitude et au sol pour certaines espèces :

- La Sérotine commune est l'espèce la plus fréquemment contactée en altitude et au niveau du sol.
- Vient ensuite la Noctule de leisler, la 2^e espèce en nombre de contacts en altitude, mais la 3^e espèce au niveau du sol.
- La Pipistrelle commune se démarque ensuite au sol puisqu'elle est la 2^e espèce la plus fréquemment contactée en altitude, alors qu'au niveau du sol, elle est à la 4^e place.
- La Noctule commune est la 4^e espèce la plus fréquentée en altitude comme au sol.

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 migration (traits bleus).



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

5.2) Analyse temporelle

Les graphiques n° 2 et n° 3 analysent mois par mois les contacts avec les espèces contactées au sol et en altitude.

Pour les enregistrements au sol, le mois d'août est nettement le mois où le plus de contacts ont été notés avec 96 % des contacts notés durant ce mois.

Pour les enregistrements en altitude, le mois d'octobre est le mois où le plus de contacts ont été notés, suivis de septembre. Ces 2 mois sont les seuls où des contacts ont été notés en altitude.

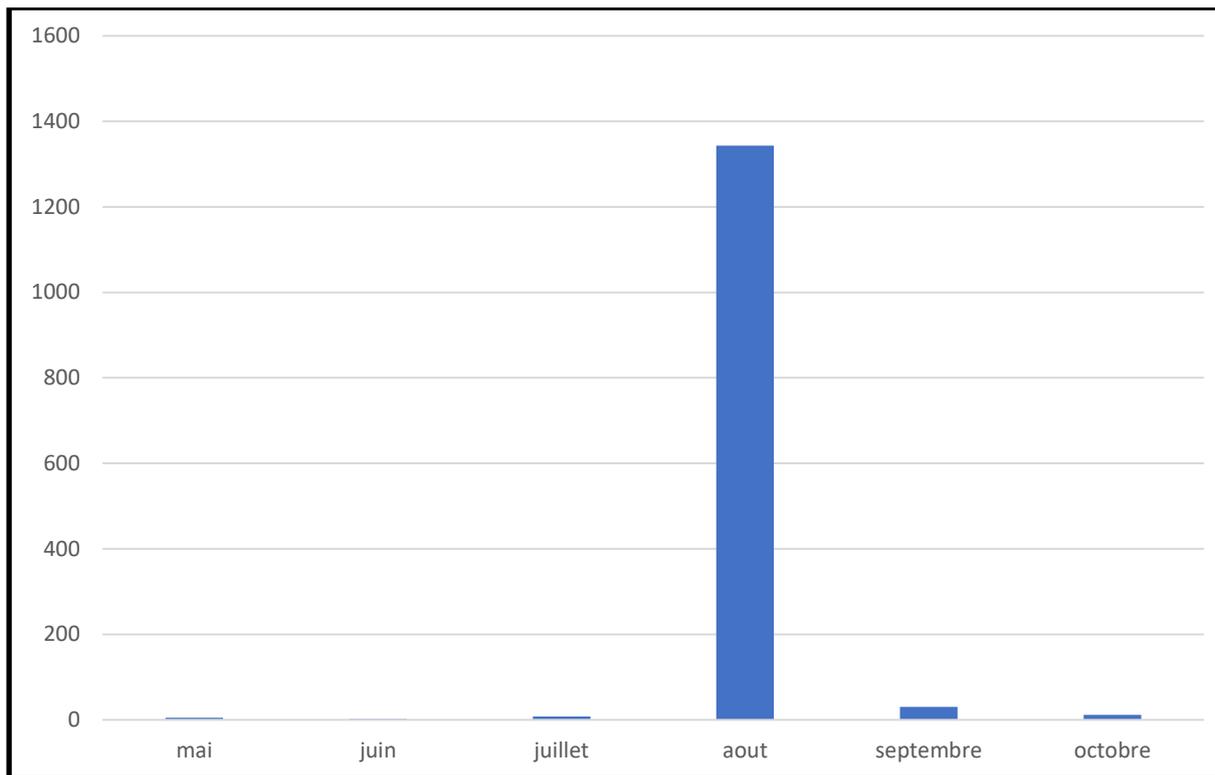
Le pic d'activité au sol en août pourrait suggérer que des chiroptères se rapprochent d'un gîte d'hibernation situés à proximité, et qu'elles continuent à chasser tant que les conditions météo le permettent. C'est aussi l'époque des accouplements pour les chiroptères, d'où des déplacements vers des sites de reproduction (« swarming »).

Les données en altitude indiquent que des chiroptères viennent sur le site pour les migrations d'automne.

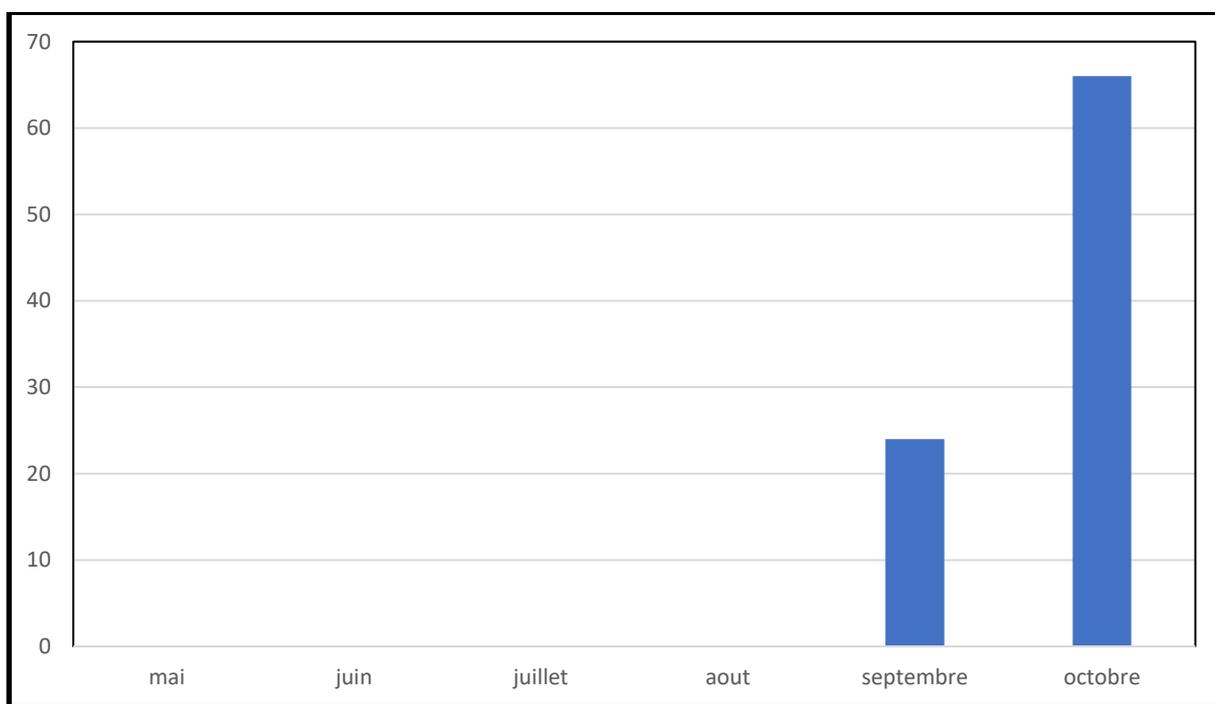
Les mêmes espèces sont concernées en septembre et en octobre :

- Noctule commune
- Noctule de leisler
- Sérotine commune
- Pipistrelle de nathusius
- Pipistrelle commune

3 de ces espèces sont migratrices (Noctule commune, Noctule de leisler et Pipistrelle de nathusius).



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



Graphique n° 3 : analyse temporelle des contacts en altitude.

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 toutes les minutes.

Le tableau n° 2, ci-dessous récapitule les données collectées en altitude par rapport aux données météorologiques :

Date	Heure	Espèces	Vitesse du vent maximale à 80 m	Direction du vent à 80 m	Température à 79 m
01-sept	19h56	noctule de leisler	4,36	322,4	18,9
01-sept	19h59	noctule de leisler	4,22	323,3	18,7
01-sept	20h03	noctule de leisler	3,12	320,2	18,25
01-sept	20h09	noctule de leisler	3,49	329,7	18,17
04-sept	23h12	noctule commune	5,65	322,6	14,48
04-sept	23h18	noctule commune	5,6	322,3	14,41
12-sept	20h29	serotine commune	4,32	359,6	23,77
12-sept	20h34	serotine commune	4,45	357,6	23,99
14-sept	02h33	noctule de leisler	5,37	51,83	16,31
14-sept	02h36	noctule de leisler	5,83	50,49	16,26
14-sept	02h46	noctule de leisler	6,15	45,15	16,33
20-sept	19h45	pipistrelle commune	6,52	85,9	21,96
20-sept	20h45	pipistrelle commune	5,92	97,5	21,04
20-sept	20h50	pipistrelle commune	5,6	95,8	21,05
20-sept	20h51	pipistrelle commune	6,33	92,9	21,06
20-sept	21h40	pipistrelle commune	5,46	101,6	19,87
23-sept	20h53	noctule de leisler	3,67	129,1	14,7
23-sept	21h01	noctule de leisler	4,45	134,5	14,81
23-sept	21h15	noctule de leisler	5,05	124,7	14,89
23-sept	21h31	noctule de leisler	5,74	136,2	14,96
23-sept	22h30	serotine commune	4,64	150,8	15,06
29-sept	01h35	serotine commune	5,83	190,7	13,88
29-sept	01h40	pipistrelle nathusius	5,6	186,6	13,71
29-sept	01h43	pipistrelle nathusius	5,69	189,7	13,66

02-oct	19h10	noctule de leisler	5,69	338	14,13
02-oct	19h15	noctule de leisler	5,55	341,9	13,74
02-oct	20h00	serotine commune	7,02	359,1	13,23
02-oct	20h10	pipistrelle commune	6,24	354,1	12,98
05-oct	20h25	pipistrelle commune	3,9	240,2	15,91
05-oct	20h26	pipistrelle commune	4,04	241,8	15,93
05-oct	20h27	noctule de leisler	3,77	240,9	15,92
05-oct	20h28	noctule de leisler	3,67	241,7	15,93
05-oct	20h29	pipistrelle commune	3,81	240,9	15,92
05-oct	20h30	pipistrelle commune	3,86	242,7	15,91
05-oct	20h31	pipistrelle commune	3,86	243,5	15,93
05-oct	20h32	pipistrelle commune	3,81	245,1	15,95
05-oct	20h33	pipistrelle commune	3,95	245,1	15,98
05-oct	23h34	pipistrelle commune	3,95	246	15,97
08-oct	21h40	pipistrelle nathusius	6,65	293,3	12,87
08-oct	21h42	pipistrelle nathusius	6,89	241,3	12,87
08-oct	21h43	pipistrelle nathusius	6,93	240,5	12,85
08-oct	21h44	pipistrelle nathusius	6,75	240,9	12,86
08-oct	21h45	pipistrelle nathusius	7,66	238	12,86
10-oct	23h05	noctule commune	6,15	220,8	14,15
10-oct	23h06	noctule commune	6,1	222,9	14,15
10-oct	23h13	serotine commune	5,78	222	14,04
10-oct	23h14	serotine commune	5,97	219,5	14,05
10-oct	23h15	serotine commune	6,01	220,8	14,06
10-oct	23h16	serotine commune	5,78	220,7	14,06
10-oct	23h17	serotine commune	6,01	221	14,06
10-oct	23h18	serotine commune	6,15	221	14,07
10-oct	23h20	pipistrelle commune	6,15	221	14,07
10-oct	23h21	pipistrelle commune	6,15	221	14,07
14-oct	19h45	noctule commune	3,86	209,3	13,67
14-oct	19h46	noctule commune	3,77	211,6	13,66
14-oct	19h47	noctule commune	3,67	215,2	13,67
14-oct	20h00	pipistrelle nathusius	5,74	187,2	13,63
14-oct	20h01	pipistrelle nathusius	6,61	192	13,67
14-oct	20h02	pipistrelle nathusius	6,56	195,7	13,63
14-oct	20h03	pipistrelle nathusius	5,78	186,9	13,64
14-oct	20h04	pipistrelle nathusius	6,75	181,7	13,58
14-oct	21h40	serotine commune	6,75	181,7	13,58
14-oct	21h41	serotine commune	6,75	181,7	13,58
21-oct	19h06	noctule de leisler	3,86	49,28	11,75
21-oct	19h07	noctule de leisler	4,13	47,81	11,72
21-oct	19h08	noctule de leisler	4,04	47,58	11,71

21-oct	19h09	noctule de leisler	3,77	47,51	11,66
21-oct	19h10	noctule de leisler	4,09	47,82	11,59
21-oct	20h50	serotine commune	5,14	78,47	11,3
21-oct	20h51	serotine commune	5,14	79,62	11,51
21-oct	20h52	serotine commune	5	80,4	11,6
21-oct	20h53	serotine commune	4,82	82	11,57
21-oct	20h54	serotine commune	4,82	84,4	11,59
21-oct	20h55	serotine commune	4,68	86	11,56
21-oct	20h56	serotine commune	4,64	89,6	11,48
21-oct	20h57	serotine commune	4,59	91,9	11,48
25-oct	23h33	pipistrelle commune	5,37	141,1	14,46
25-oct	23h34	pipistrelle commune	5,37	142,2	14,53
25-oct	23h35	pipistrelle commune	5,32	142,1	14,59
25-oct	23h36	pipistrelle commune	5,28	141	14,57
25-oct	23h37	pipistrelle commune	5,28	140,7	14,53
25-oct	23h38	pipistrelle commune	5,28	139,7	14,47
25-oct	23h39	pipistrelle commune	5,37	140,2	14,44
25-oct	23h40	pipistrelle commune	5,46	139,6	14,49
25-oct	23h41	pipistrelle commune	5,46	141,3	14,53
25-oct	23h42	pipistrelle commune	5,37	141,6	14,55
25-oct	23h43	pipistrelle commune	5,28	140,3	14,49
25-oct	23h44	pipistrelle commune	5,32	141,8	14,54
25-oct	23h45	pipistrelle commune	5,42	143,3	14,48
25-oct	23h46	pipistrelle commune	5,42	145,7	14,56



Noctules communes

5.3.1.) Analyse de la vitesse du vent par espèce

La vitesse de vent maximum, 7,66 m/s, a été notée pour la Pipistrelle de Nathusius.

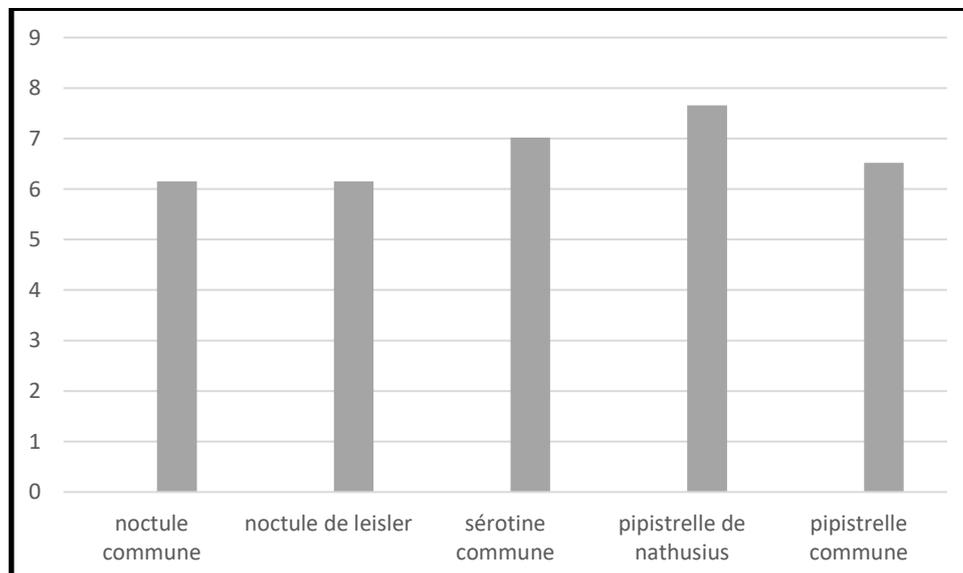
La vitesse de vent moyenne relevée étant de 5,23 m/s.

Espèces	Vitesse de vent maximum
Noctule commune	6,15 m/s
Noctule de leisler	6,15 m/s
Sérotine commune	7,02 m/s
Pipistrelle de Nathusius	7,66 m/s
Pipistrelle commune	6,52 m/s

Tableau n° 3 : vitesse de vent maximum.

Le tableau n° 3 et le graphique n° 4 indiquent la vitesse maximum d'enregistrements des chiroptères.

On considère généralement que les chiroptères ne se déplacent pas dès que la vitesse du vent atteint 6-7 m/s.



Graphique n° 4 : vitesse de vent maximum par espèces.

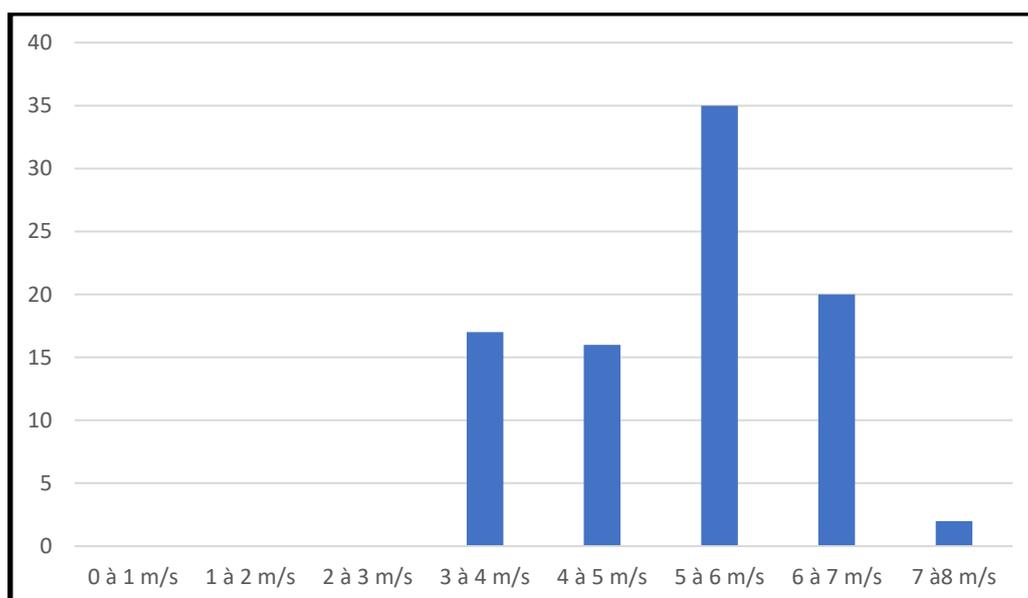
5.3.2.) Analyse de la vitesse du vent par fréquence d'enregistrements

Le tableau n° 4 et le graphique n° 5 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 5 à 6 m/s. A partir de 7 m/s, le nombre de contacts diminue fortement et aucune activité n'est notée à une vitesse de vent supérieure.

Vitesse du vent (en mètres par seconde)	Nombre de contacts
0 à 1	0
1 à 2	0
2 à 3	0
3 à 4	17
4 à 5	16
5 à 6	35
6 à 7	20
7 à 8	2

Tableau n° 4 : vitesse du vent selon le nombre de contacts.



Graphique n° 5 : Pourcentage de contacts selon la vitesse du vent.

5.3.3.) Analyse de la direction du vent

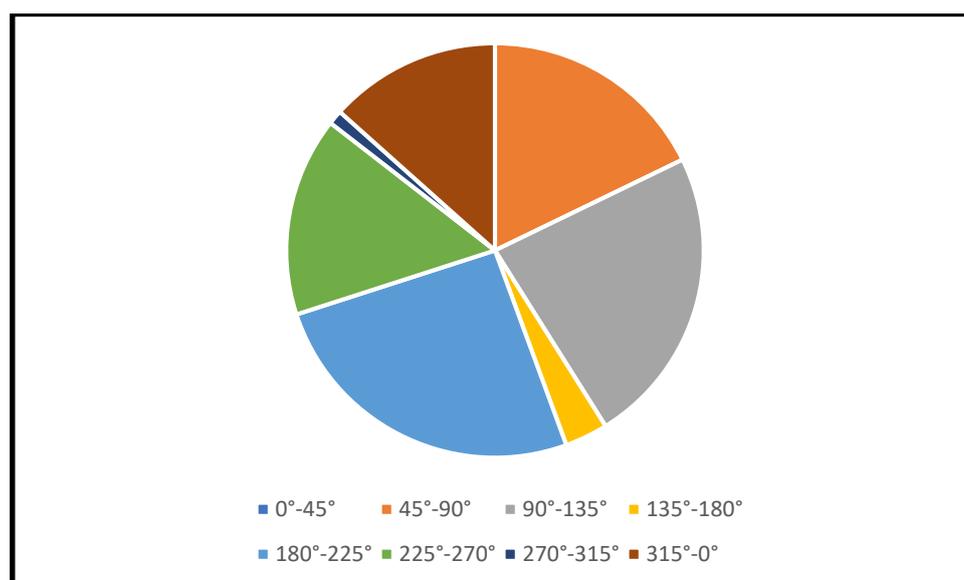
Il y a plus de contacts lorsque le vent provient du sud, sud-ouest et de l'est, sud-est, soit une direction générale provenant du sud.

2 autres directions viennent ensuite : nord-est, nord et ouest, sud-ouest.

Ces données sont difficilement exploitables, en raison du faible nombre de contacts. Il faudrait un plus grand nombre de données pour les expliquer, mais on remarque qu'il n'y a aucun contact par vent provenant du nord.

Direction du vent	Nombre de contacts
0°-45°	0
45°-90°	16
90°-135°	21
135°-180°	3
180°-225°	23
225°-270°	14
270°-315°	1
315°-0°	12

Tableau n° 5 : Direction du vent selon le nombre de contacts.



Graphique n° 6 : Pourcentage de contacts selon la direction du vent.

5.4) Analyse de la température

5.5.1.) Analyse de la température par espèce

L'automne ayant été particulièrement chaud cette année, les températures minimales relevées sont particulièrement hautes, la température la plus basse étant de 11,3°.

Espèces	Température minimum
Noctule commune	13,66°
Noctule de leisler	11,59°
Sérotine commune	11,3°
Pipistrelle de Nathusius	13,58°
Pipistrelle commune	12,98°

Tableau n° 6 : Température minimale enregistrée par espèce.



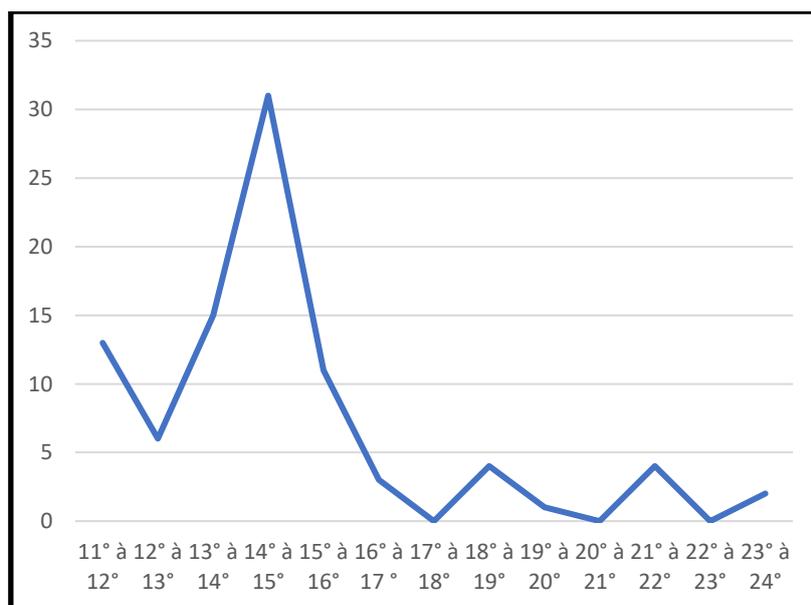
Sérotine commune

5.5.2.) Analyse de température par fréquence d'enregistrements

Le tableau n° 7 et le graphique n° 7 détaillent la température selon le nombre d'enregistrements.

Température	Nombre d'enregistrements
11° à 12°	13
12° à 13°	6
13° à 14°	15
14° à 15°	31
15° à 16°	11
16° à 17°	3
17° à 18°	0
18° à 19°	4
19° à 20°	1
20° à 21°	0
21° à 22°	4
22° à 23°	0
23° à 24°	2

Tableau n° 7 : Température selon le nombre d'enregistrements.



Graphique n° 7 : Pourcentage d'enregistrements selon la température.

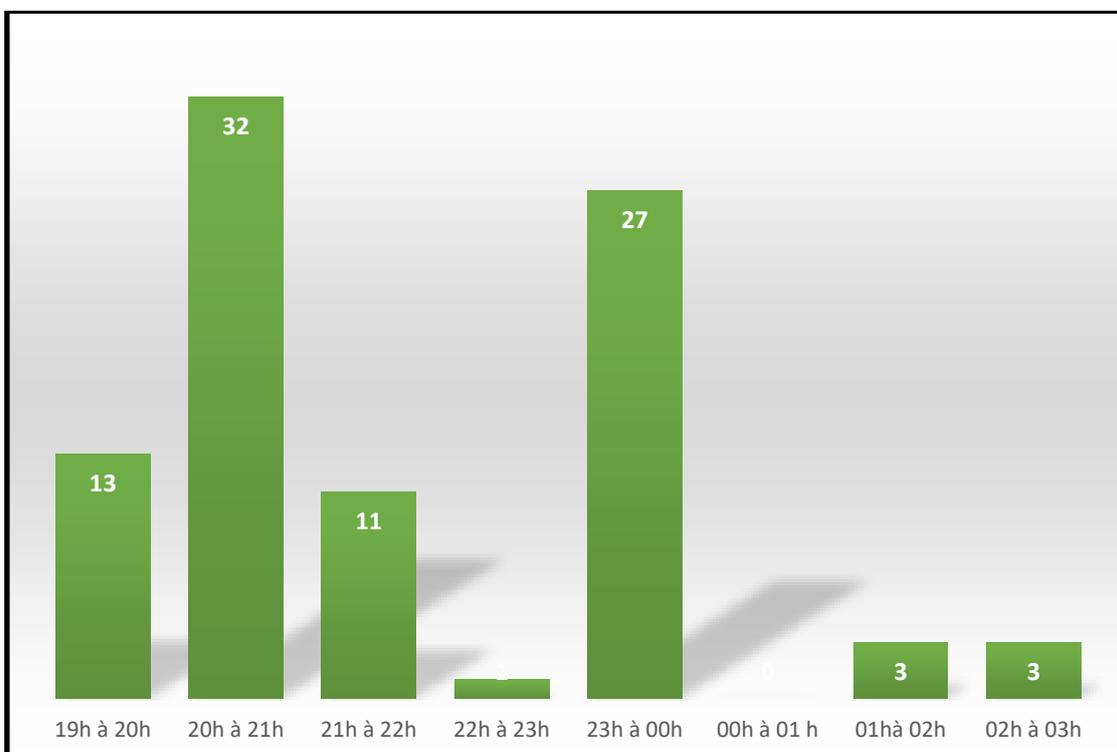
5.5.3) Analyse des horaires des enregistrements

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 19 h et 00 h avec une baisse inexplicquée entre 22 h et 23 h (cela est peut-être due au faible nombre de données).

Cette période représente 92 % des contacts.

La période après minuit (0 h au lever du jour) ne comptabilise que 6 % des contacts en altitude.



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

6) Relations avec la mortalité constatée

Un suivi de mortalité a été effectué et 2 cadavres de chiroptères ont été trouvés :

- 1 Pipistrelle commune le 4 octobre 2019.
- 1 Noctule de leisler le 7 octobre 2019.

Si aucun chiroptère n'a été contacté en altitude le jour de la découverte des cadavres, des contacts de ces 2 espèces ont cependant été notés les jours précédents.

D'autre part, des contacts au niveau du sol ont aussi été enregistrés pour ces espèces durant le mois d'octobre.

Jour (octobre)	Contacts en altitude	Contacts au sol	Mortalité
1	Aucun contact	Noctule de leisler	
2	Noctule de leisler Pipistrelle commune	Pipistrelle commune	
3	Aucun contact	Pipistrelle commune	
4	Aucun contact	Pipistrelle commune	1 Pipistrelle commune
5	Noctule de leisler Pipistrelle commune	Noctule de leisler	
6	Aucun contact	Pipistrelle commune	
7	Aucun contact	Aucun contact	1 Noctule de leisler
8	Aucun contact	Noctule de leisler Pipistrelle commune	
9	Aucun contact	Noctule de leisler	
10	Aucun contact	Noctule de leisler	

Tableau n° 8 : Passages et mortalité relevés durant la période où des cadavres de chiroptères ont été trouvés.

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 sur une éolienne en service, avec un micro posé sur la nacelle et un autre au niveau du sol.

Le matériel a enregistré du 30 avril 2019 au 30 octobre 2019.

1401 contacts ont enregistré au niveau du sol, et 92 contacts en altitude.

Pour les enregistrements au sol, le mois d'août est nettement le mois où le plus de contacts ont été notés avec 96 % des contacts notés durant ce mois.

Pour les enregistrements en altitude, le mois d'octobre est le mois où le plus de contacts ont été notés, suivis de septembre. Ces 2 mois sont les seuls où des contacts ont été notés.

Le pic d'activité au sol en août pourrait suggérer que des chiroptères se rapprochent d'un gîte d'hibernation situés à proximité, et qu'elles continuent à chasser tant que les conditions météo le permettent.

Les données en altitude indiquent que des chiroptères viennent sur le site pour les migrations d'automne.

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.

La vitesse de vent maximum, 7,66 m/s, a été notée pour la Pipistrelle de Nathusius.

La vitesse de vent moyenne relevée étant de 5,23 m/s.

Le plus grand nombre de contacts a été noté par une vitesse de vent de 5 à 6 m/s. A partir de 7 m/s, le nombre de contacts diminue fortement et aucune activité n'est notée à une vitesse de vent supérieure.

Concernant la direction du vent, les données sont difficilement exploitables, en raison du faible nombre de contacts. Il faudrait un plus grand nombre de données pour les expliquer, mais on remarque qu'il n'y a aucun contact par vent provenant du nord.

L'automne ayant été particulièrement chaud cette année, les températures minimales relevées sont particulièrement hautes, la température la plus basse étant de 11,3°.

Un suivi de mortalité a été effectué et 2 cadavres de chiroptères ont été trouvés :

- 1 Pipistrelle commune le 4 octobre 2019.
- 1 Noctule de leisler le 7 octobre 2019.

Si aucun chiroptère n'a été contacté en altitude le jour de la découverte des cadavres, des contacts ont cependant été notés les jours précédents en altitude, ainsi qu'au niveau du sol.

En conclusion, on peut estimer que l'activité en altitude est faible, ce que semble confirmer la faible mortalité relevée sur le site.



Pipistrelle commune

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.