

Suivi du parc éolien de Saint Allouestre (56)

Suivi mortalité et coordination de
l'étude :

B.E.T Barussaud
Expertise Territoriale

Camesquel – 56190 ARZAL

06.18.47.67.74

info@bet-barussaud.fr

RCS Vannes 803 611 037

Suivi de l'activité des chiroptères :

Emilien JOMAT

Naturaliste indépendant

spécialisé Chiroptères et Entomofaune

1 Botcalper 56310 BUBRY

06 84 29 36 06

emilienjomat@yahoo.fr



Mortalité oiseaux / chiroptères

Activité des chiroptères

Janvier 2023

Table des matières

1.	Le parc éolien de Saint-Allouestre et son contexte environnemental.....	3
1.1.	Caractéristiques des éoliennes.....	3
1.2.	Contexte environnemental	4
1.3.	Rappel des résultats du suivi de 2015	6
2.	Méthodologie pour le suivi de la mortalité 2022.....	7
2.1.	Expérience de l'observateur.....	7
2.2.	Conformité de la méthodologie avec le protocole en vigueur	7
2.3.	Périodes de prospection.....	8
2.4.	Superficie prospectée et types de surfaces	8
2.5.	Tests d'efficacité des recherches	11
2.6.	Calcul du taux d'efficacité pondéré.....	12
2.7.	Tests de persistance des cadavres	13
2.8.	Limites méthodologiques et difficultés rencontrées	14
3.	Méthodologie pour le suivi de l'activité des chiroptères.....	15
3.1.	Choix du site d'enregistrement et période de suivi	15
3.2.	Acquisition des données acoustiques	15
3.3.	Acquisition des données météorologiques.....	16
4.	Résultats des prospections mortalité.....	17
4.1.	Cadavres découverts	17
4.2.	Correction des biais et estimation de la mortalité réelle.....	17
4.3.	Commentaire des estimations de la mortalité réelle.....	19
5.	Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en nacelle	20
5.1.	Niveau d'activité et cortège spécifique.....	20
5.2.	Enjeu de conservation et sensibilité des espèces à l'éolien.....	22
5.3.	Description détaillée des sept espèces présentes	23
5.4.	Phénologie saisonnière comparée au suivi de la mortalité	27
5.5.	Phénologie horaire	30
5.6.	Variables environnementales influant sur l'activité des chiroptères.....	32
6.	Conclusions et préconisations.....	42
	Bibliographie	44
	Annexe : fiches de mortalité	47

1. Le parc éolien de Saint-Allouestre et son contexte environnemental

1.1. Caractéristiques des éoliennes

Le parc éolien de Saint-Allouestre, mis en service en septembre 2012, est composé de quatre éoliennes ENERCON E-70 E4, avec mât en acier de 85 m, de puissance unitaire 2,3 MW.

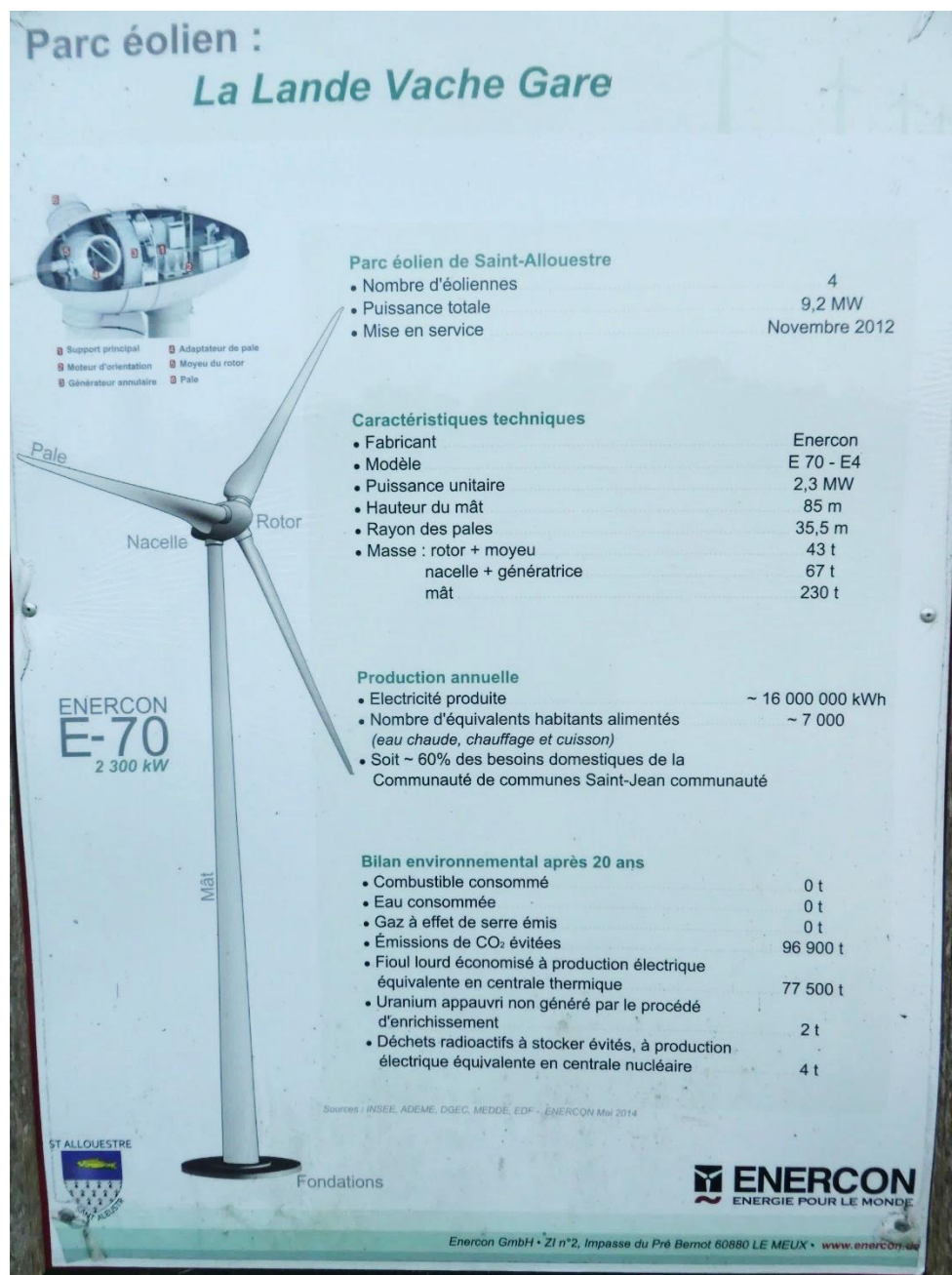


Fig.1 : Caractéristiques des éoliennes

1.2. Contexte environnemental

Le parc éolien de Saint-Allouestre (Morbihan) se trouve dans le centre de la Bretagne, entre Locminé et Josselin.

Il n'y a aucun site Natura 2000 dans un rayon de plus de 10 kilomètres. La ZNIEFF la plus proche se situe à 8,5 kilomètres au sud (fig.2).

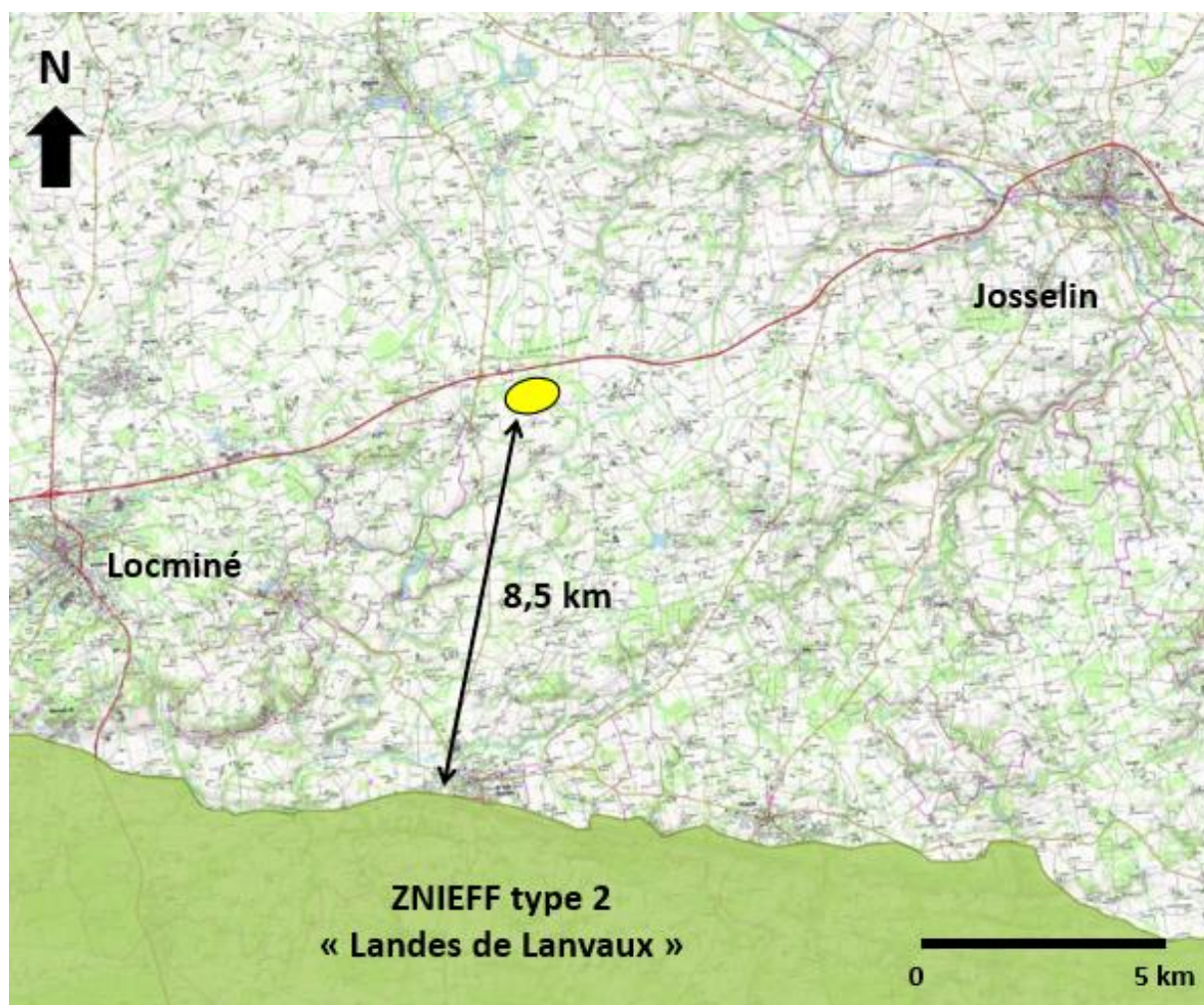


Fig.2 : Localisation du parc éolien et de la ZNIEFF la plus proche

Les quatre éoliennes du parc sont alignées selon un axe sud-ouest / nord-est, à proximité de la route nationale n°24. Les quatre éoliennes se situent sur des parcelles d'agriculture intensive, dans un paysage plutôt ouvert. Les éoliennes 1, 2 et 4 se situent à 35 mètres des lisières ou haies les plus proches. L'éolienne 3 est très éloignée de tout arbre.



Fig.3 : Localisation des quatre éoliennes

	distance entre le mât et les arbres les plus proches	nature du boisement
éolienne 1	35 m	bois de pins et châtaigniers
éolienne 2	35 m	haie de feuillus
éolienne 3	130 m	haie de feuillus
éolienne 4	35 m	haie de feuillus

Tab.1 : distance entre éoliennes et boisements

1.3. Rappel des résultats du suivi de 2015

Un premier suivi a été réalisé entre fin août et mi-octobre 2015 par Barussaud Expertise Territoriale ; les prospections ont été assurées par Émilien Barussaud, comme pour 2022. En voici un résumé :

- 8 sorties de prospection entre le 28 août et le 16 octobre 2015, avec une semaine d'intervalle entre chaque
- 40,2 % de la surface sous les éoliennes a pu être prospectée
- Quatre cadavres découverts : une Corneille noire le 04/09/15 sous l'éolienne n°1, un Pigeon ramier le 16/10/15 sous l'éolienne n°2, une Pipistrelle de Kuhl le 11/09/15 sous l'éolienne n°1 et une Sérotine commune le 11/09/15 sous l'éolienne n°4
- Après correction des biais selon la formule de Winkelman et en utilisant une large fourchette de données issues de la bibliographie pour le taux d'efficacité des recherches et le taux de persistance des cadavres, la mortalité réelle est évaluée entre 0,18 et 0,42 oiseaux par semaine sur cette période particulièrement sensible (vol des jeunes, dispersions et migrations post-nuptiales). La valeur est la même pour les chauves-souris.

2. Méthodologie pour le suivi de la mortalité 2022

2.1. Expérience de l'observateur

Les prospections concernant la mortalité ont été réalisées par Émilien BARUSSAUD qui observe et étudie la faune sauvage depuis près de 30 ans, dont 15 années à titre professionnel à l'ONCFS (2008-2010), puis en tant que naturaliste indépendant (depuis 2010).

Depuis 2012, Émilien Barussaud a réalisé le suivi de 10 parcs éoliens en Bretagne :

- Saint-Allouestre (Morbihan, 4 turbines)
- Parc éolien de l'Oust à Saint Congard (Morbihan, 4 turbines)
- Pigeon Blanc à Campénéac (Morbihan, 6 turbines)
- Saint-Servant-sur-Oust / Lizio (Morbihan, 6 turbines)
- Plélan-le-Grand (Ille-et-Vilaine, 6 turbines)
- Saint-Coulitz (Finistère, 4 turbines)
- Saint-Servais (Côtes d'Armor, 7 turbines)
- Beau Soleil à Taupont / Saint-Malo-des-Trois-Fontaines (Morbihan, 5 turbines)
- Croix des Trois Chesnots à Maure-de-Bretagne (Ille-et-Vilaine, 4 turbines)
- Landier du Rohallet à Régigny / Crédin (Morbihan, 4 turbines)

Sur chacun de ces parcs, il a réalisé la recherche des cadavres d'oiseaux et de chiroptères.

2.2. Conformité de la méthodologie avec le protocole en vigueur

Le suivi de 2022 a été réalisé selon les recommandations du protocole de suivi des parcs éoliens terrestre, dans sa version de 2018.

Des extraits de ce protocole sont cités en italique dans la méthodologie présentée ci-dessous, de la manière suivante :

« Citation du protocole de 2018 »

2.3. Périodes de prospection

Conformément au protocole national en vigueur (2018), la recherche de cadavres d'oiseaux et de chiroptères a été réalisée lors de 20 sorties de prospections.

« Le suivi de mortalité des oiseaux et chiroptères sera constitué au minimum de 20 prospections, réparties entre les semaines 20 et 43 (mi-mai à octobre), en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site »
(protocole 2018)

L'étude d'impact, réalisée en 2005 par le bureau d'études Biotopie, montre des enjeux limités et ne laisse pas présager d'impacts significatifs si les éoliennes sont implantées dans les zones de cultures. La méthodologie de cette étude est toutefois bien en-deçà des exigences actuelles pour le développement éolien.

Les sorties « mortalité » ont été réparties de la manière suivante, à raison d'une sortie par semaine, afin de couvrir les périodes où les enjeux sont les plus élevés :

- Semaines 19 à 26 = 8 sorties : mi-mai à fin juin, soit la pleine période de nidification des oiseaux et le début de la période de mise bas des chiroptères
- Semaines 35 à 46 = 12 sorties : fin août à mi-novembre, soit la période la plus à risque à la fois pour les chiroptères (vol de jeunes, déplacements post-nuptiaux) et les oiseaux (envol des jeunes, migrations)

2.4. Superficie prospectée et types de surfaces

Lors de chaque sortie, toutes les éoliennes ont été prospectées conformément au protocole.

« Il convient de contrôler toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes et moins »

Les recherches ont été réalisées sur un carré de 100 mètres, soit une superficie d'un hectare, comme demandé dans le protocole.

À chaque date, nous notons, au sein de cette surface d'un hectare, le pourcentage de surface :

- de type A : la surface est suffisamment lisse et uniforme pour que les cadavres ne puissent pas échapper à la vue de l'observateur ; c'est souvent le cas sur les plateformes dépourvues de végétation ou sur le sol nu et aplani des champs à certaines périodes de l'année
- de type B : la surface peut être prospectée mais les cadavres peuvent échapper à la vue de l'observateur dans une proportion qui sera évaluée par des tests (voir ci-dessous)
- de type C : la densité de végétation est telle que la prospection est rendue impossible

« Ne prospecter que les zones à ciel ouvert et praticables. Le reste de la surface échantillon devra faire l'objet d'une correction proportionnelle par coefficient surfacique. » (protocole 2018)

La distance entre le cadavre et le mât de l'éolienne est mesuré. Le cadavre est laissé sur place de manière à évaluer son temps de persistance et de le comparer avec celui mesuré lors des tests.



Fig.4 : Les trois types de surfaces : en haut, deux exemples de surfaces de type A ; au centre, deux exemples de surfaces de type B ; en bas, deux exemples de surfaces de type C (photographies prises sous les différentes éoliennes du parc durant la période de suivi).

date	éolienne 1			éolienne 2			éolienne 3			éolienne 4		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
12/05/2022	12	70	18	5	76	19	13,5	0	86,5	76	4	20
19/05/2022	12	67	21	5	76	19	13,5	0	86,5	76	0	24
26/05/2022	12	67	21	5	76	19	15,5	0	84,5	66	10	24
02/06/2022	12	67	21	5	81	14	6,5	9	84,5	66	10	24
09/06/2022	15	67	18	10	76	14	19,5	0	80,5	14	0	86
16/06/2022	15	67	18	18	68	14	15	4,5	80,5	14	0	86
23/06/2022	15	67	18	18	63	19	15	4,5	80,5	14	0	86
30/06/2022	15	67	18	18	63	19	9	5,5	85,5	14	0	86
Moyenne printemps	13,50	67,38	19,13	10,50	72,38	17,13	13,44	2,94	83,63	42,50	3,00	54,50
	80,88		19,13	82,88		17,13	16,38		83,63	45,50		54,50
Taux de prospection moyen	56,40											
01/09/2022	12	70	18	10	71	19	9	89	2	10	24	66
08/09/2022	12	70	18	10	71	19	94	4	2	0	0	100
*13/09/2022	12	70	18	10	71	19	94	4	2	13	30	57
22/09/2022	12	70	18	10	71	19	94	4	2	13	30	57
29/09/2022	12	27	61	10	71	19	94	4	2	0	43	57
06/10/2022	12	27	61	8	74	18	0	13	87	0	43	57
13/10/2022	12	58	30	0	82	18	0	13	87	0	43	57
*21/10/2022	52	30	18	10	71	19	9	4	87	0	67	33
27/10/2022	12	70	18	10	63	27	9	4	87	0	67	33
03/11/2022	12	40	48	10	0	90	9	4	87	0	67	33
10/11/2022	12	40	48	10	0	90	9	4	87	0	67	33
17/11/2022	12	40	48	10	0	90	9	4	87	0	67	33
Moyenne automne	15,33	51,00	33,67	9,00	53,75	37,25	35,83	12,58	51,58	3,00	45,67	51,33
	66,33		33,67	62,75		37,25	48,42		51,58	48,67		51,33
Taux de prospection moyen	56,55											
MOYENNE TOTALE	14,6	57,55	27,85	9,6	61,2	29,2	26,875	8,725	64,4	18,8	28,6	52,6

Tab.2 : Surfaces prospectées au pied de chaque éolienne à chaque date, en %. Pour rappel : surface A = prospection « idéale » ; surface B = prospection possible ; surface C = prospection impossible. * dates marquées d'un astérisque = décalage d'un jour par rapport à la date prévue pour des raisons pratiques

Le taux de prospection correspond à la somme des surfaces de type A et B. Il vaut 56,40 % pour la période printanière et 56,55 % pour la période automnale.

La prospection a été meilleure sous les éoliennes n°1 et n°2 qui surplombent des prairies que sous les éoliennes n°3 et n°4 qui surplombent des cultures (maïs notamment). Les brusques changements d'une date à l'autre s'expliquent par les travaux agricoles : une parcelle récemment labourée ou fauchée devient prospectable ; à l'inverse une culture devenue trop haute et trop dense empêche la prospection ; de même les jeunes semis fragiles n'ont pas été parcourus pour ne pas nuire au travail des agriculteurs.

2.5. Tests d'efficacité des recherches

Pour les surfaces de type B, (pour rappel : celles où la prospection n'est ni parfaite, ni impossible), nous devons connaître le taux d'efficacité des recherches, c'est-à-dire, parmi n cadavres présents, la part de ceux que l'observateur découvre.

Pour les oiseaux, compte-tenu de la variabilité de leur taille et de leurs coloris, nous avons fabriqué 20 leurres correspondant aux profils des espèces communes en France. Les petits mesurent 10 cm, soit la taille approximative des Mésanges, Pinsons, Moineaux, Fauvettes, Roitelets, Pouillots, etc. et les grands 25 cm, soit la taille approximative des Etourneaux, Choucas, Tourterelles, etc.



Fig.5 : Les 20 leurres utilisés (à gauche) et l'exemple d'un leurre posé sur le terrain

Pour les chauves-souris, nous avons utilisé 12 fausses chauves-souris en plastique imitant la silhouette des vraies, avec deux coloris : 6 noires et 6 grises et marron. Elles mesurent environ 12 cm d'envergure, soit une dimension proche de celle des cadavres recherchés.



Fig.6 : Les leurres de chauves-souris disposés sur le terrain

Au total, six tests ont été réalisés : trois pour les oiseaux et trois pour les chauves-souris, à différentes dates et dans différents types de milieux correspondant à des surfaces de type B.

Une personne dispose les leurres puis l'observateur tente de les retrouver en parcourant le terrain à la même vitesse que lors des prospections réelles. Nous avons considéré que nous prospections la surface d'un hectare en 30 minutes environ (1500 mètres à une vitesse de 3 kilomètres / heure environ). Nous avons donc conservé ce rapport pour la recherche des leurres.

Au total, nous avons disposé 96 leurres : 3 x 20 faux oiseaux + 3 x 12 fausses chauves-souris.

Le taux de détection est en moyenne de 0,767. Le faible écart-type (0,07) traduit des valeurs peu dispersées en-deçà ou au-delà de cette moyenne.

La moyenne selon le type de leurre vaut 0,783 pour les oiseaux et 0,750 pour les chauves-souris.

date	milieu	type de leurre	nombre de leurres posés	nombre de leurres retrouvés	taux d'efficacité
en avril 2022	prairie	faux oiseaux (cartons colorés)	20	14	0,700
en mai 2022	prairie	fausses chauves-souris (plastique)	12	10	0,833
en juin 2022	prairie	fausses chauves-souris (plastique)	12	9	0,750
en octobre 2022	friche	faux oiseaux (cartons colorés)	20	16	0,800
en octobre 2022	chaumes de maïs	faux oiseaux (cartons colorés)	20	17	0,850
en octobre 2022	chaumes de maïs	fausses chauves-souris (plastique)	12	8	0,667
groupe	taux d'efficacité moyen				
Chauves-souris	0,750				
Oiseaux	0,783				
TOTAL	0,767				

Tab.3 : Résultats des tests de détection

2.6. Calcul du taux d'efficacité pondéré

Nous avons défini la surface de type A comme une surface de prospection parfaite où le taux d'efficacité est de 1. Quant au taux d'efficacité en surface de type B, il vaut 0,75 pour les chauves-souris et 0,783 pour les oiseaux d'après nos tests (voir partie 2.5).

	printemps	automne
taux surface A sur le total	0,200	0,158
taux surface B sur le total	0,364	0,408
taux surface A dans la partie prospectable	0,355	0,279
taux surface B dans la partie prospectable	0,645	0,721
Z oiseaux en A	1,000	1,000
Z chauves-souris en A	1,000	1,000
Z oiseaux en B	0,783	0,783
Z chauves-souris en B	0,750	0,750
Z oiseaux pondéré	0,860	0,844
Z chauves-souris pondéré	0,839	0,820

Tab. 4 : Taux d'efficacité des prospections pour chaque période, pondéré selon la nature des surfaces

2.7. Tests de persistance des cadavres

Nous avons réalisé des tests en juin et octobre avec de la viande de poulet (chair, peau et os). Nous avons utilisé des morceaux de différentes tailles, correspondant à la diversité des cadavres réels : pour chaque relevé, 14 petits morceaux (taille d'un petit oiseau ou d'une chauve-souris) et 6 gros morceaux (taille d'un gros oiseau), soit un total de 20, à raison de 5 cadavres par éolienne.

Nous avons réalisé deux séries de tests avec un relevé journalier pendant 7 jours : une en juin et une en octobre 2022, de manière à connaître le taux de persistance à chacune de deux périodes de suivi.

Nous repérons la position des morceaux de viande sur une image aérienne et à l'aide de repères fixes (nombre de pas dans telle direction depuis une borne ou un arbre, etc.).

Notre méthode correspond bien aux exigences du protocole 2018, lequel préconise « *deux tests de persistance (...) à des périodes distinctes* », avec « *trois à cinq cadavres par éolienne* » et « *au minimum, un retour le lendemain du jour de dispersion, puis 2 par semaines jusqu'à disparition des cadavres* ».



Fig.7 : Exemple de petit leurre (à gauche) et de grand leurre (à droite) disposés sur le parc en juin

		J	J+1	J+2	J+3	J+4	J+5	J+6	J+7
test juin 2022	gros morceaux	6	4	0	0	0	0	0	0
	petits morceaux	14	4	2	1	0	0	0	0
	TOTAL	20	8	2	1	0	0	0	0
test octobre 2022	gros morceaux	6	4	4	0	0	0	0	0
	petits morceaux	14	10	6	6	2	2	2	2
	TOTAL	20	14	10	6	2	2	2	2

Tab.5 : Résultats des tests de persistance

	test juin 2022							
persistance en nombre de jour	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
nombre de leurres concernés	12	6	1	1	0	0	0	0
persistance moyenne en jour	1,050							
	test octobre 2022							
persistance en nombre de jour	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
nombre de leurres concernés	6	4	4	4	0	0	0	2
persistance moyenne en jour	2,400							

Tab.6 : Calcul de la durée moyenne de persistance pour chaque période.

Nous considérons qu'un leurre disparu entre J et J+1 a persisté 0,5 jours. Les deux leurres ayant persisté jusqu'à 7 jours n'ont pas été contrôlés entre J+7 et J+14 pour des raisons pratiques : nous ne pouvons pas envisager de retourner sur le site tous les jours pendant une semaine supplémentaire. Les deux avaient disparu à J+14. La persistance de ces deux leurres a été fixée à 7,5 jours, soit le minimum dont nous soyons certains.

2.8. Limites méthodologiques et difficultés rencontrées

La principale limite dans l'évaluation de l'efficacité des recherches et de la persistance des cadavres vient du fait qu'il est difficile de reproduire avec les leurres les conditions de recherche et de persistance des vrais cadavres :

- d'une part, pour obtenir des moyennes ayant une valeur statistique, nous devons utiliser un nombre de leurres très nettement supérieur à la mortalité réelle ; cette dernière étant un événement rare. Cela induit un biais dans la capacité de prédation des charognards : ces derniers ne se comportent *a priori* pas de la même manière face à un seul cadavre réel et face à une vingtaine de leurres. On peut imaginer deux phénomènes aux effets inverses : une accoutumance au site des charognards et, à l'inverse, un effet de satiété provoquée par la quantité de viande disponible.
- par ailleurs, les leurres ne reproduisent pas les cadavres réels de manière exact : si la diversité potentielle des cadavres a pu être simulée pour le test d'efficacité des recherches (variation des formes et des couleurs), les tests de persistance ne peuvent pas être réalisés avec des cadavres d'oiseaux ou de chauves-souris appartenant à des espèces protégées.

Ces deux limites sont inhérentes au protocole recommandé à l'échelle nationale. Par ailleurs, des phénomènes ponctuels (labours, fenaison, météo) peuvent influencer sur la durée de persistance des cadavres et il est difficile de les prendre en compte.

3. Méthodologie pour le suivi de l'activité des chiroptères

3.1. Choix du site d'enregistrement et période de suivi

Le suivi de l'activité chiroptérologique à hauteur de rotor s'est déroulé sur l'éolienne n°1. Le choix s'est porté sur cette éolienne car elle est située dans un contexte bocager, assez proche d'une lisière boisée pouvant être favorable aux différentes activités de chasse et de transit des chiroptères. Cet emplacement permet d'avoir une vision maximisée des risques d'impacts potentiels de ce parc afin de prévenir les situations les plus problématiques. Par ailleurs, l'éolienne n°1 est celle pour laquelle le taux de prospection pour la recherche des cadavres est le plus élevé : en moyenne sur les 20 dates, 72,15 % de la surface a pu être prospectée.

En lien avec le suivi de la mortalité, le suivi acoustique s'est effectué du 18 mai 2022 au 08 novembre 2022. L'enregistreur a fonctionné sans problème majeur sur cette période assurant un suivi en continu sur 175 nuits consécutives durant une grande partie de la période de vol des chauves-souris.

Ce suivi s'inscrit dans le respect de la réglementation qui demande la réalisation d'un suivi acoustique en hauteur et sans échantillonnage sur toute la période d'activité supposée des chiroptères.

3.2. Acquisition des données acoustiques

L'éolienne suivie a été équipée d'un enregistreur automatique des ultrasons de chauves-souris de type Bat Mode 2S (Bio Acoustics Technology) équipé d'un microphone disque GM90 (®Avisoft).

Les paramètres d'enregistrements ont été adaptés afin de pouvoir enregistrer l'ensemble des espèces potentiellement présentes. Les enregistrements ont commencé 30 minutes avant le coucher du soleil et se sont terminés 30 minutes après le lever du soleil. Le détail des réglages de l'appareil est précisé dans le tableau 7. Le dispositif est alimenté en continu car raccordé directement au tableau électrique de l'éolienne.

Paramètre	Réglage
Recording period	Sunset -30min / Sunrise +30min
Format	.WAV
Trigger event level	0,327 %
Trigger event range	12 – 120 kHz
Hold time	1,0 s
Syllabe	>0
Sampling rate	30 000 Hz
Format	16 bit

Tab.7 : Paramètres d'enregistrements pratiqués sur la BATmode 2S

Les opérations de maintenance et le téléchargement des données ont été réalisés à distance en utilisant le réseau 4G. Un téléchargement par mois a permis de sauvegarder les données et de les analyser au fil de l'eau. L'envoi quotidien d'un SMS bilan du statut (calibrage micro, remplissage de la mémoire, nombre de contacts enregistrés sur les dernières 24h, etc.) a permis de réaliser un suivi en continu sans dysfonctionnement laissant la possibilité d'intervenir au plus vite en cas de besoin.

Non exploitables en l'état, les enregistrements obtenus par l'enregistreur ont été décompressés à l'aide du logiciel [®]Kaleidoscope afin d'obtenir des séquences de 5 secondes (correspondant à un contact acoustique de chiroptère comme indiqué par les référentiels nationaux) au format « .wav ». Une pré-analyse des séquences ainsi obtenues a été effectuée à l'aide du logiciel [®]Tadarida (plateforme Vigie-Chiro du MNHN). Un fichier de sortie proposant notamment une identification spécifique associée à un indice de confiance est proposé. Sur la base de ce fichier, les identifications sont vérifiées manuellement. L'identification à l'espèce n'est pas toujours possible. Dans le cas présent, une identification au complexe spécifique est réalisée.

Afin de pouvoir évaluer l'activité chiroptérologique par nuit d'écoute, une transformation du format date a été effectuée pour raisonner en « date nuit ». Celle-ci ne tient ainsi pas compte du changement de jour à minuit.

Les coefficients de détectabilité habituellement utilisés pour caractériser l'activité au sol n'étant pas adaptés aux conditions de vol en altitude, les données seront exprimées en nombre de contacts bruts.

3.3. Acquisition des données météorologiques

Afin de connaître les variables environnementales qui influencent l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle, 7 variables ont été testées.

Paramètre	Format	Précision
Activité	Numérique	0 décimale
Période	Vecteur	
Date	jj/mm/aaaa	
Heure	HH:MM:SS	
Vitesse du vent	m/s	1 décimale
Direction du vent	°	0 décimale
Température	°C	0 décimale

Tab. 8 : Paramètres des variables explicatives de l'activité chiroptérologique en nacelle

Ces variables sont issues du matériel de relevé installé sur l'éolienne et fournies par l'exploitant du parc comme la vitesse du vent, la direction du vent ou encore la température extérieure. Les valeurs de ces paramètres correspondent aux relevés effectués à hauteur de nacelle. Ces données sont compilées sous la forme de moyenne de chaque variable sur des plages horaires de 10 minutes. Afin d'être cohérent avec les données d'activité enregistrées, seules les valeurs de 30 minutes avant le coucher à 30 minutes après le lever du soleil ont été conservées.

Dans l'objectif de pouvoir appliquer, si nécessaire, des paramètres météorologiques à des mesures correctives de bridage, seules les valeurs acquises *in situ* par les capteurs des éoliennes ont été analysées. De fait, la pluviométrie, qui influence de façon très importante l'activité des chiroptères, n'a pas été intégrée aux analyses. De plus, le format des données par plage de 10 minutes ne permet pas d'utiliser avec suffisamment de précision les informations d'autres relevés météorologiques proches.

4. Résultats des prospections mortalité

4.1. Cadavres découverts

Sur l'ensemble des 20 sorties, seuls deux cadavres ont été découverts. Il s'agit de cadavres incomplets de Pigeons ramiers. Seules les plumes – en grande quantité – sont retrouvées, ce qui indique que la chair et les os ont probablement été emportés par un charognard. Bien que l'emplacement des plumées plaide en faveur de cette hypothèse, ces cas de mortalité ne peuvent pas être attribués aux éoliennes avec une entière certitude.

- Un premier est découvert le 09/06/22 à 25 mètres du pied de l'éolienne n°2
- Un second est découvert le 06/10/22 à 12 mètres du pied de l'éolienne n°4

Le Pigeon ramier est présent en abondance dans ce secteur agricole. Des groupes de plusieurs dizaines d'individus sont régulièrement notés lors des sorties.

Aucun cadavre de chiroptère et aucun cadavre d'espèce d'oiseau protégée n'a été découvert.



Fig.8 : Plumées de Pigeon ramier

4.2. Correction des biais et estimation de la mortalité réelle

Plusieurs formules ont été proposées pour estimer la mortalité réelle à partir du nombre de cadavre découverts. Nous utilisons ici celles proposées par Erickson, celle proposée par Jones et celle proposée par Huso. Les différents termes de chaque formule sont expliqués dans le tableau 9.

Nous réalisons un calcul pour chacune des deux périodes de suivi :

- La période « printanière » : du 12 mai au 30 juin 2022
- La période « automnale » : du 1^{er} septembre au 17 novembre 2022

Formule d'Erickson (2000) :

$$N = \left(\frac{I \times C}{t \times Z} \right) \times A$$

Formule de Jones (2009) :

$$N = \left(\frac{c}{Z \times \exp^{(-0.5 \times I/\bar{t})} \times \hat{e}} \right) \times A$$

Formule de Huso (2010) :

$$N_{\text{estimé}} = \left(\frac{c}{Z \times \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I} \times \hat{e}} \right) \times A$$

termes des équations d'Erickson, Jones et Huso		printemps	automne
I	intervalle de temps entre deux passages (en jours)	7	7
C	nombre de cadavres comptés *	1	1
Z oiseaux	taux d'efficacité des prospections pondéré pour les oiseaux	0,860	0,844
Z chauves-souris	taux d'efficacité des prospections pondéré pour les chauves-souris	0,839	0,820
t	durée de persistance moyenne des cadavres (en jours)	1,050	2,400
A	coefficient de correction surfacique (= 1/taux de prospection)	1,773	1,768
\hat{I}	$\hat{I} = -\log(0,01) \times t$	2,100	4,800
\hat{e}	coefficient correcteur d'intervalle (= $\min(I : \hat{I}) / I$)	0,300	0,686
Estimation de la mortalité		printemps (sur 8 semaines)	automne (sur 12 semaines)
selon Erickson	Mortalité oiseaux	13,7	6,1
	Mortalité chauves-souris	14,1	6,3
selon Jones	Mortalité oiseaux	192,7	13,1
	Mortalité chauves-souris	197,5	13,5
selon Huso	Mortalité oiseaux	45,9	9,4
	Mortalité chauves-souris	47,0	9,7

Tab.9 : Estimation de la mortalité d'après les formules d'Erickson, Jones et Huso.

*Concernant les cadavres comptés, nous prenons 1 pour les chauves-souris (comme pour les oiseaux) afin de pouvoir réaliser les calculs, ce qui est impossible avec 0. Le résultat des chauves-souris doit donc être interprété comme une fourchette, par exemple avec la formule d'Erickson : entre 0 et 14,1 au printemps et entre 0 et 6,3 à l'automne.

4.3. Commentaire des estimations de la mortalité réelle

Dans le tableau 9, nous constatons que l'ordre de grandeur est cohérent entre les différentes formules, sauf au printemps avec celle de Jones qui donne des résultats largement supérieurs.

La formule de Jones est très sensible au rapport « durée de persistance / intervalle des prospections ». Or, pour la période printanière, la durée de persistance moyenne est à peine supérieure à 1 jour, pour un intervalle de prospection de 7, d'où une estimation de mortalité très élevée, six fois supérieure à celle de l'automne avec la même formule.

De manière générale, nous noterons que la mortalité estimée est plus forte au printemps du fait principalement de la durée de persistance moins élevée des cadavres. En effet, le nombre de cadavre est le même lors des deux périodes (1 oiseau, 0 chauve-souris), le taux de prospection est quasiment le même et l'efficacité pondérée également.

Par ailleurs, notons que les deux cas de mortalité constatés concernaient des plumées de Pigeons ramiers : la durée de persistance d'une plumée de Pigeon ramier, oiseau de taille moyenne, est bien supérieure à celle d'un petit oiseau (ou d'un petit leurre) qui peut disparaître entièrement sans laisser de trace. L'expérience montre que les plumées sont encore visibles une semaine après leur découverte, soit une durée de persistance de sept jours ou plus. Si nous émettons l'hypothèse que les cadavres réels persistent 7 jours – hypothèse certes très discutable car basée sur seulement deux cas réels – alors nous obtenons des valeurs totalement différentes :

- Une mortalité d'environ 2 avec la formule d'Erickson, au printemps comme en automne
- Une mortalité d'environ 3,5 avec les deux autres formules, au printemps comme en automne

Ce calcul, à défaut de donner un résultat plus exact, met en évidence la grande sensibilité des différentes formules à la durée de persistance. Or, il est très difficile d'évaluer correctement cette durée puisque les leurres ne reproduisent pas parfaitement la situation réelle (voir partie 2.8) et que les cadavres réels sont trop peu nombreux pour établir une valeur statistique.

Quoiqu'il en soit, si l'on s'en tient à la formule de Huso, dont les résultats sont intermédiaires entre ceux de la formule Erickson et ceux de la formule Jones, on obtient :

- **une mortalité estimée à 45,9 oiseaux (1 cadavre découvert) et comprise entre 0 et 47 chauves-souris (0 cadavres découverts) sur les 8 semaines printanières, soit environ 5,7 oiseaux et entre 0 et 5,9 chauves-souris par semaine, soit 1,425 oiseau par semaine et par éolienne et entre 0 et 1,475 chauves-souris par semaine et par éolienne.**
- **une mortalité estimée à 9,4 oiseaux (1 cadavre découvert) et comprise entre 0 et 9,7 chauves-souris (0 cadavres découverts) sur les 12 semaines automnales, soit environ 0,78 oiseaux et entre 0 et 0,81 chauves-souris par semaine, soit 0,195 oiseau par semaine et par éolienne et entre 0 et 0,2 chauves-souris par semaine et par éolienne.**

Nous comparons par la suite ces résultats à l'activité des chiroptères détectée sur le site (partie 5 et en particulier partie 5.4).

5. Résultat du suivi de l'activité des chiroptères en nacelle

5.1. Niveau d'activité et cortège spécifique

Une activité acoustique de chauves-souris a été relevée durant 96 des 174 nuits de suivi (55 %). Au total, 2312 contacts ont été enregistrés, se rapportant à sept espèces différentes (tab.10). Pour rappel, le territoire breton compte 22 espèces.

La Sérotine commune représente à elle seule plus de la moitié des contacts. L'espèce la plus régulière est la Noctule de Leisler, notée sur 55 nuits.

Nom commun	Nom scientifique	Activité	Nbre de nuits où l'espèce est contactée (N=174)	Occurrence
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	1264	38	54,67%
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	444	47	19,20%
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	370	55	16,00%
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	168	19	7,27%
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	35	10	1,51%
Pipistrelle commune/Nathusius	<i>Pipistrellus pipistrellus/nathusii</i>	19	6	0,82%
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	8	1	0,35%
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	4	3	0,17%
Total		2312	96	

Tab.10 : Niveau d'activité des différentes espèces de chiroptères

L'ensemble des séquences acoustiques ayant été déterminé manuellement, il a été possible de relever le comportement de la chauve-souris détectée en fonction de son écologie acoustique. Les comportements ont été classés selon 4 catégories (tab.11) :

- Transit : l'espèce émet des signaux avec des faibles récurrences et/ou largeurs de bandes. Elle évolue dans un espace dégagé ;
- Phase d'approche : l'espèce émet des signaux avec des récurrences et/ou des largeurs de bandes plus importantes. Elle détecte un obstacle (éolienne) ou une proie dans son environnement.
- Chasse : l'espèce émet des signaux avec des récurrences et/ou des largeurs de bandes importantes. Elle évolue très proche d'un obstacle ou se met à la poursuite d'une proie. Présence de buzz de chasse.
- Cris sociaux : l'espèce émet des cris d'interaction avec d'autres individus. Ces cris ne servent pas à l'écholocation et sont souvent émis au cours d'une séquence classée dans l'une de 3 catégories précédentes.

Cette caractérisation montre que 88,8% des contacts enregistrés proviennent de chauves-souris en vol de transit. Les individus évoluent à distance des éoliennes ou ne les détectent pas. Les phases d'approches représentent 10,3% des contacts enregistrés et les phases de chasse 0,3%. Ces deux dernières phases traduisent une proximité avec l'éolienne ou des phases de chasses très proche du rotor. À noter également la présence de quelques séquences marquées par la présence de cris sociaux pour la Noctule de Leisler ou l'Oreillard gris. Peu nombreuses, ces séquences indiquent la présence de plusieurs individus proche du rotor et un échange d'informations non interprétables.

La Noctule commune est l'espèce qui a la plus forte proportion de comportement de phases d'approches et de chasses dans les enregistrements analysés avec 62,9% des contacts. Ces situations présentent des risques accrus de collision et/ou barotraumatisme avec les pales des éoliennes.

La Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Nathusius adoptent des comportements de chasse et de transit pour 20 à 25% des contacts enregistrés.

	Transit		Phase d'approche		Chasse		Cris sociaux		TOTAL
	Nb contacts	%	Nb contacts	%	Nb contacts	%	Nb contacts	%	Nb contacts
Sérotine commune	1224	96,8%	39	3,1%	1	0,1%			1264
Noctule de Leisler	282	74,2%	82	21,6%	2	0,5%	14	3,7%	380
Noctule commune	13	37,1%	22	62,9%					35
Pipistrelle de Kuhl	125	74,4%	40	23,8%	3	1,8%			168
Pipistrelle de Nathusius	3	75,0%	1	25,0%					4
Pipistrelle commune	389	87,6%	54	12,2%	1	0,2%			444
Pipistrelle commune/Nathusius	18	94,7%	1	5,3%					19
Oreillard gris	8	88,9%					1	11,1%	9
TOTAL	2062	88,8%	239	10,3%	7	0,3%	15	0,6%	2323

Tab.11 : Comportement de vol des espèces

5.2. Enjeu de conservation et sensibilité des espèces à l'éolien

Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées à l'échelle nationale.

Parmi les sept espèces détectées sur le parc éolien de Saint-Allouestre, cinq présentent une sensibilité forte face au risque de collision / barotraumatisme éolien. Par ailleurs, la Noctule commune présente un statut de conservation défavorable à l'échelle nationale où elle est considérée comme «Vulnérable ».

Les deux espèces de Noctules présentent l'enjeu de conservation le plus élevé, associé à une forte sensibilité à l'éolien.

La Sérotine commune, espèce la plus abondante sur le site (tab.10) et qui représente plus de la moitié des contacts enregistrés, présente quant à elle un enjeu faible et une sensibilité moyenne à l'éolien.

Nom vernaculaire	Nom latin	PN	DHFF	LRF	LRB	ZNIEFF	RBR	Enjeu	Sensibilité à l'éolien ¹
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	x	IV	NT	NT	x	Modérée	Fort	Forte
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	x	IV	VU	NT	x	Modérée	Fort	Forte
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	x	IV	NT	-	-	Mineure	Faible	Forte
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	x	IV	-	-	-	Mineure	Faible	Forte
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	x	IV	NT	NT	-	Modérée	Moyen	Forte
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	x	IV	NT	-	-	Mineure	Faible	Moyenne
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	x	IV	-	-	-	Mineure	Faible	Faible

LEGENDE : **PN** : Protection nationale ; **DH** : Directive Habitat Faune Flore ; **LRF** : Liste Rouge France ; **LRB** : Liste Rouge Bretagne [**VU**=Vulnérable ; **NT**=Quasi menacée] ; **RBR** : Responsabilité Biologique Régionale ; **ZNIEFF** : Espèces déterminantes ZNIEFF ; Sensibilité à l'éolien selon EUROBATS et SFPEM

Tab. 12 : Enjeu de conservation et sensibilité à l'éolien des sept espèces présentes

5.3. Description détaillée des sept espèces présentes



Photo 1 : Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)
© Rohit Chakravarty (CC-BY-NC)

Noctule de Leisler

Nyctalus leisleri (Kuhl, 1817)

Répartition

Quasi-totalité du territoire national.

Peu fréquente en Bretagne ; répartition selon un gradient est-ouest marqué.

Milieus de chasse fréquentés

Espèce de haut vol.

Gîtes utilisés

Principalement arboricoles.

La **Noctule de Leisler** est une espèce de haut vol, puisqu'elle n'hésite pas à chasser à plusieurs dizaines de mètres d'altitude, souvent entre 50 et 100m. C'est une espèce majoritairement forestière qui installe préférentiellement ses colonies de parturition et d'hibernation dans de vieux arbres creux. Cependant, elle peut également utiliser des gîtes en milieu bâti (combles).

Bien que sa répartition soit encore mal connue en Bretagne, ses colonies de parturitions semblent rares et localisées. Elle est principalement détectée par écoute de son puissant sonar. Grande migratrice, cette espèce se détecte plus régulièrement durant la période automnale.

Chassant haut dans le ciel, la Noctule de Leisler apparaît souvent parmi les plus impactés par les éoliennes lors de la migration automnale, tout comme la Pipistrelle de Nathusius. Cette espèce a une **sensibilité forte** à l'éolien (Groupe Chiroptères de la SFEP, 2016).

Il s'agit de la quatrième espèce avec le plus de cas de mortalité recensés en Europe et la deuxième espèce en France après la Pipistrelle commune (Dürr, 2019). La tendance de population nationale pour cette espèce est considérée comme stable (déclin de 4% entre 2006 et 2019) (BAS *et al.*, 2020). Cependant, cette tendance ne fait pas la distinction entre les populations locales et les individus migrants se reproduisant au nord-est de l'Europe.



Photo 2 : Noctule commune (*Nyctalus noctula*)
© Emilien JOMAT

Noctule commune

Nyctalus noctula (Schreber, 1774)

Répartition

Quasi-totalité du territoire national.

Assez rare en Bretagne ; Répartition plutôt à l'est de la Bretagne ainsi qu'une aire discontinue à la pointe finistérienne.

Milieus de chasse fréquentés

Espèce de haut vol.

Gîtes utilisés

Principalement arboricoles.

La **Noctule commune** n'est pas inscrite sur l'annexe II de la Directive Habitats Faune Flore mais bénéficie d'un statut de conservation « **Vulnérable** » à l'échelle nationale. Cette espèce est principalement arboricole. Sa répartition s'affine avec le développement de l'étude acoustique. Elle

chasse au-dessus des boisements et des cours d'eau à la recherche d'insectes. C'est une espèce dite de « haut-vol » qui est capable de chasser à plus de 100m d'altitude. Les données de bagage ont permis de mettre en évidence un phénomène migratoire chez cette espèce.

Son mode de chasse et son caractère migratoire la rend tout particulièrement sensible à l'éolien. C'est d'ailleurs la troisième espèce comptabilisant le plus de cas de mortalités en Europe (Dürr, 2019). La tendance de population pour cette espèce est très préoccupante avec un déclin significatif enregistré de 88% de ses populations entre 2006 et 2019 (BAS *et al.*, 2020). Les communications récentes du MNHN sur la dynamique de population de cette espèce présentent un risque d'extinction élevé liée notamment à la mortalité des individus adultes qui supporte la survie de l'espèce (Kerbiriou & Kauffmann, 2022).



Photo 3 : Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) ©
Ludovic Jouve

Sérotine commune

Eptesicus serotinus (Schreber, 1774)

Répartition

Totalité du territoire national.

Répandue et abondante en Bretagne.

Milieus de chasse fréquentés

Milieus semi-ouverts, espèce de lisière

Gîtes utilisés

Gîtes anthropiques.

La **Sérotine commune** fait partie des espèces de grande taille pour l'Europe. Largement répartie sur le territoire national comme en Bretagne, elle est régulièrement contactée à la sortie des villages au crépuscule. En effet, cette espèce gîte presque toujours dans des bâtiments, dans des disjointements, sous les toitures ou derrière des cloisons.

Elle est capable de s'adapter à une grande diversité de territoires de chasses mais affectionne tout particulièrement les milieux semi-ouverts de type bocage. Elle pratique principalement une chasse à hauteur de végétation au-dessus de la canopée, le long de haies ou sur les prairies. La Sérotine commune est également intégrée aux espèces dites de « haut-vol ». En effet, elle est capable de poursuivre ses proies en altitude en fonction des émergences d'insectes. C'est une espèce au vol puissant qui est capable de voler au-dessus de milieux complètement ouverts. Elle est considérée comme **moyennement sensible** à l'éolien. La Sérotine commune fait partie des espèces avec des taux de mortalité éolien important. 120 cas de mortalité ont été recensés en Europe pour les quelques études centralisées (Dürr, 2019). Elle subit cependant un déclin préoccupant de 30% de sa population entre 2006 et 2019 (BAS *et al.*, 2020) lui conférant son statut de « Quasi-menacée » sur la liste rouge nationale.



Photo 4 : Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) © Laurent ARTHUR

Pipistrelle de Kuhl

Pipistrellus kuhlii (Kuhl, 1817)

Répartition

Quasi-totalité du territoire national excepté l'extrême quart nord-est.

Répandue et abondante en Charente-Maritime.

Milieus de chasse fréquentés

Espèce de haut vol et de lisières.

Gîtes utilisés

Principalement anthropophiles

La **Pipistrelle de Kuhl** ne présente pas de statut de conservation particulier au niveau national et régional. Largement répartie sur le territoire national excepté à l'extrême quart nord-est de la France, cette espèce est également bien présente sur le territoire breton. Ses gîtes sont très majoritairement anthropophiles et bien plus rarement forestiers. C'est une espèce ubiquiste qui est capable d'exploiter un grand nombre d'habitats pour la chasse. Elle est aussi bien capable de chasser en sous-bois que dans des espaces ouverts en plein ciel. Ses vols en plein ciel la rendent sensible à l'éolien ce qui a poussé la SFPEM à considérer cette espèce avec une **sensibilité élevée**. Il s'agit de la cinquième espèce avec le plus de cas de mortalité recensé en Europe et la troisième espèce en France (Dürr, 2019).



Photo 5 : Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) © Ivan Pancic (CC-BY-NC)

Pipistrelle de Nathusius

Pipistrellus nathusii (Keyserling & Blasius, 1839)

Répartition

Quasi-totalité du territoire national.

Répandue et assez abondante en période de migration en Bretagne.

Milieus de chasse fréquentés

Espèce de haut vol et de lisière.

Gîtes utilisés

Principalement arboricoles et anthropiques.

La **Pipistrelle de Nathusius** est une grande migratrice. Certaines femelles viennent d'Europe de l'est pour s'accoupler en France avant de repartir mettre bas au printemps suivant. Cependant, les progrès récents quant à l'identification acoustique de cette espèce, ont largement fait progresser les connaissances à son sujet en France. Des colonies ont récemment été trouvées en Champagne-Ardenne mais aussi en Bretagne en 2011.

En Bretagne, l'espèce semble assez largement répartie et présente toute l'année, bien que l'on manque encore de recul. Elle devient toutefois abondante surtout pendant la période de migration. Les contacts en été étant beaucoup plus rares. Il n'est d'ailleurs pas impossible que l'espèce puisse installer des colonies dans la région aussi bien dans le bâti que dans les arbres.

Contrairement aux deux autres espèces du genre, la Pipistrelle de Nathusius pratique beaucoup plus le vol en altitude notamment lors des vols de migration. Elle a été catégorisée comme **fortement sensible** à l'éolien. C'est d'ailleurs la deuxième espèce la plus fortement impactée par les collisions sur des parcs éoliens en Europe (Dürr, 2019). Les tendances pour cette espèce montrent un déclin préoccupant de 46% des populations entre 2006 et 2019 (BAS *et al.*, 2020).

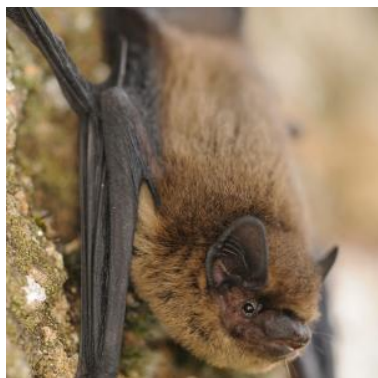


Photo 6 : Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) © Ludovic Jouve

Pipistrelle commune

Pipistrellus pipistrellus (Schreber, 1774)

Répartition

Totalité du territoire national.

Répondue et abondante en Bretagne.

Milieus de chasse fréquentés

Tous types de milieux

Gîtes utilisés

Gîtes arboricoles et anthropiques.

La **Pipistrelle commune** est largement répartie sur le territoire national et sur le territoire breton. Elle fait partie des espèces françaises les plus communes. Elle utilise majoritairement des gîtes anthropiques mais également volontiers les cavités arboricoles. La Pipistrelle commune est opportuniste, elle est capable de chasser dans tous les habitats où trouver des insectes. Elle est capable de vols de précisions en sous-bois comme de prendre de l'altitude pour chasser des nuages d'insectes ou encore de réaliser des grands déplacements. Cette espèce est considérée comme ayant une **sensibilité forte** à l'éolien. Elle est la plus commune mais également celle qui recense le plus grand nombre de cas de mortalités éolien en France comme en Europe (Dürr, 2019). Elle subit un déclin de sa population nationale de l'ordre de 9% en 15 ans (BAS *et al.*, 2020) lui conférant son statut de « Quasi-menacée » sur la liste rouge nationale.



Photo 7 : Oreillard gris (*Plecotus austriacus*) © Emilien JOMAT

Oreillard gris

Plecotus austriacus (J. B. Fischer, 1829)

Répartition

Totalité du territoire national.

Commun et bien répandu en Bretagne.

Milieus de chasse fréquentés

Mosaïque d'habitats ruraux, parcs et jardins

Gîtes utilisés

Gîtes anthropiques.

L'**Oreillard gris** est largement réparti sur le territoire national et sur le territoire breton. Il bénéficie d'un statut de protection national mais n'est pas inscrit sur les listes rouges nationales ou régionales. Il s'agit d'une chauve-souris assez ubiquiste qui fréquente en Bretagne une mosaïque d'habitats ruraux ainsi que des parcs et jardins. Il apprécie pour gîte, les charpentes des bâtiments dans des combles chauds et volumineux.

L'Oreillard gris émet des signaux ultrasonores très précis mais portant à une faible distance, souvent inférieur à 10m. Cette particularité écologique le rend peu commun à une altitude de nacelle d'où une **sensibilité considéré faible** à l'éolien. La multiplication des études à hauteur de nacelle montre toutefois l'apparition de contact de façon assez récurrent ne pouvant plus être décrit comme fortuit. Il est difficile d'expliquer les raisons qui poussent cette espèce à prendre de l'altitude proche des rotors des éoliennes. Ces espèces ayant de faibles émissions ultrasonores, on peut considérer ici qu'elles se trouvaient à moins de 10 mètres du micro et donc dans une zone très exposée au risque de collision.

5.4. Phénologie saisonnière comparée au suivi de la mortalité

L'étude de la phénologie saisonnière permet de mettre en avant quelles sont les périodes durant lesquelles, l'activité des chiroptères est la plus intense. Une période d'activité importante retranscrit donc une période durant laquelle un nombre plus important d'individus pourrait être exposé aux dangers induits par le parc éolien.

Les premiers contacts de chauves-souris ont été enregistrés le 19 mai 2022. Cependant, les enregistrements ayant commencé le 18 mai, il est possible qu'il y ait eu de l'activité avant cette date. Le dernier contact a été enregistré le 29 octobre 2022. La saison de suivi a été découpée en deux périodes distinctes en fonction du rythme d'activité des chauves-souris :

- du 18 mai au 15 août, période de mise bas et d'élevage des jeunes ;
- du 16 août au 08 novembre, période de transit automnal et de migration.

Une variation de l'activité est observée en fonction du cycle biologique des chauves-souris. Les deux tiers de l'activité ont été enregistrés durant la période de mise bas et d'élevage des jeunes avec une activité moyenne par nuit de 17,15 contacts. Cette tendance est largement influencée par la Sérotine commune, espèce la plus abondante sur le site. En effet, plus de 90% de l'activité de cette espèce a été enregistrée durant cette période contre moins de 10% en période de migration et de transit automnal.

La Pipistrelle de Kuhl a une activité relativement stable entre les deux saisons. Pour les autres espèces, l'activité est plus marquée en période de migration et transit automnal. C'est le cas de la Noctule de Leisler, de la Noctule commune, de la Pipistrelle commune ou encore de l'Oreillard gris.

Espèce	Mise bas & Élevage des jeunes 18/05 au 15/08/2022	Migration & Transit automnal 16/08 au 08/11/2022	Total
Sérotine commune	1154	110	1264
Noctule de Leisler	82	288	370
Noctule commune		35	35
Pipistrelle de Kuhl	98	70	168
Pipistrelle de Nathusius	2	2	4
Pipistrelle commune	189	255	444
Pipistrelle commune / Nathusius	1	18	19
Oreillard gris		8	8
Activité totale	1526	786	2312
<i>Activité moyenne par nuit</i>	<i>17,15</i>	<i>9,25</i>	<i>13,29</i>

Tab.13 : Répartition de l'activité des chauves-souris selon les phases du cycle biologique

On distingue 4 pics d'activité très nets durant les mois de juin et de juillet. Le maximum d'activité est enregistré le 11 juillet avec 260 contacts durant la nuit. Des fluctuations d'activité sont notées avec des pics moins marqués jusqu'à la fin du mois d'octobre. Cette phénologie est fortement influencée par celle de la Sérotine commune qui, pour rappel, représente plus de la moitié des contacts.

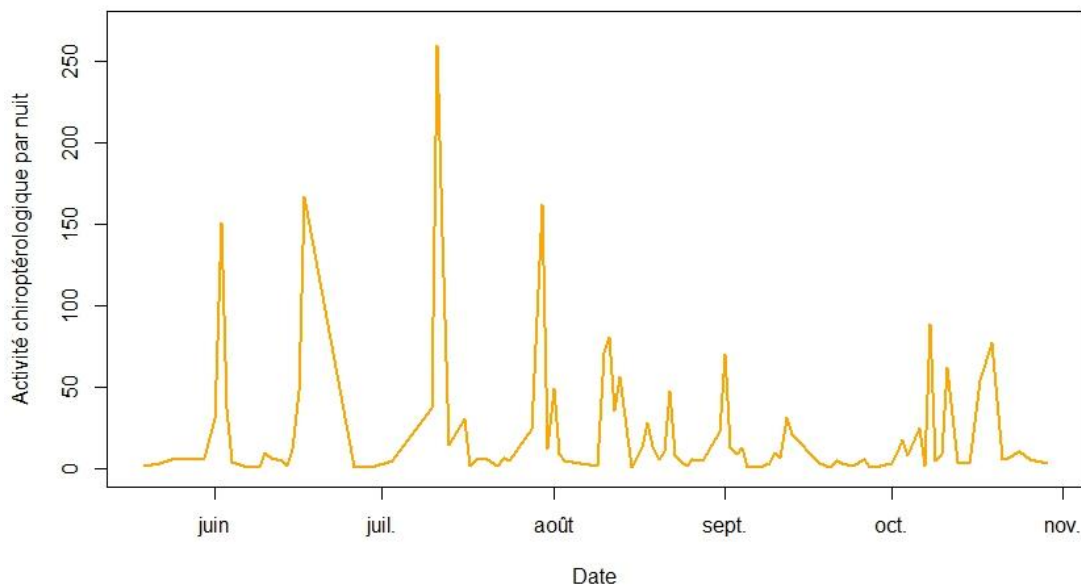


Fig.9 : Phénologie saisonnière des chiroptères toutes espèces confondues

Si l'on considère le cortège sans la Sérotine commune, on obtient une activité plus forte d'août à début septembre puis un pic d'activité sur la toute fin de la période d'activité, au mois d'octobre (fig.10). Le creux d'activité au mois de septembre est probablement à mettre sur le compte de conditions météorologiques moins favorables. Ce schéma d'activité est plus habituel pour un suivi chiroptérologique à hauteur de nacelle en Bretagne.

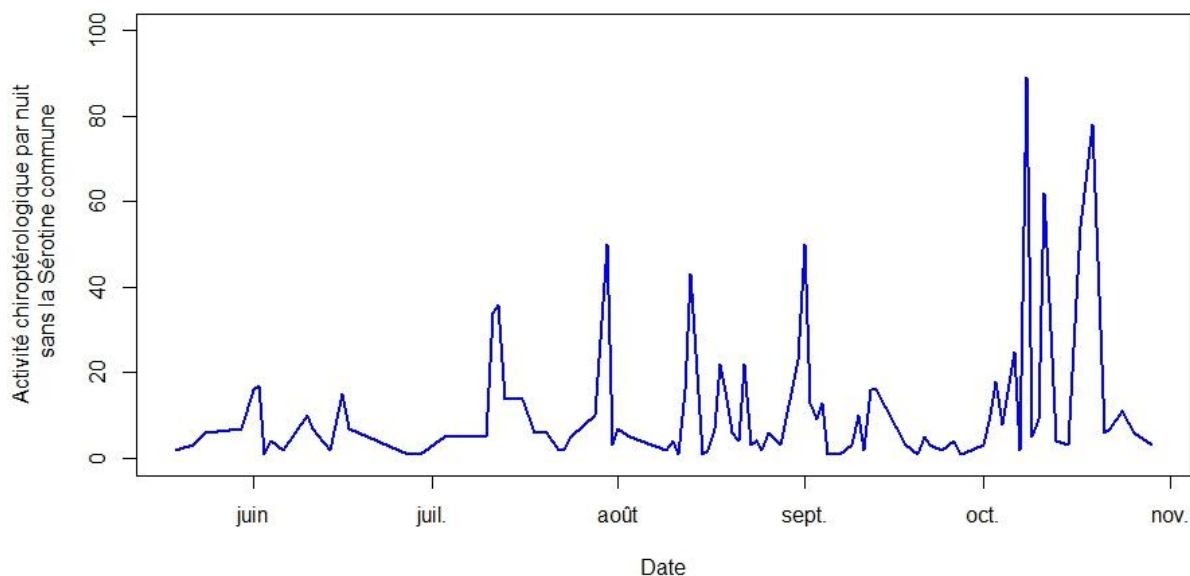


Fig.10 : Phénologie saisonnière des chiroptères sauf Sérotine commune

Comparons maintenant les périodes de forte activité des chiroptères avec les dates de prospection du suivi mortalité. Pour rappel, ce suivi n'a mis en évidence aucun cadavre de chauve-souris.

Nous avons retenus 8 pics d'activité principaux qui représentent 72,8 % des contacts, toutes espèces confondues. Nous avons évalué la représentativité du suivi « mortalité » en fonction de deux critères :

- y'a-t-il eu un passage dans les jours qui suivent le pic ? et si oui, à combien de jours d'intervalle ?
- la prospection a-t-elle été réalisée dans de bonnes conditions, c'est-à-dire sur une superficie élevée ?

Nous obtenons les résultats suivants :

- trois des huit pics ont bénéficié d'un suivi bien représentatif
- deux pics ont bénéficié d'un suivi à représentative moyenne car 6 à 7 jours se sont écoulés entre le pic et la prospection
- trois pics, dont le plus important (10 au 12 juillet) n'ont pas bénéficié de suivi

date(s) du pic d'activité	nombre de contacts	part d'activité représentée par le pic (en %)	date de prospection mortalité la plus proche	part de surface prospectable sous l'éolienne n°1	représentativité du suivi
1, 2 et 3 juin 2022	219	9,5	2 et 9 juin 2022	79 puis 82 %	moyenne
16 et 17 juin 2022	215	9,3	23 juin 2022	82%	moyenne
10, 11 et 12 juillet 2022	440	19,0	pas de suivi		nulle
30 juillet 2022	162	7,0	pas de suivi		nulle
10, 11, 12 et 13 août 2022	245	10,6	pas de suivi		nulle
31 août, 1 et 2 septembre 2022	106	4,6	1 et 8 septembre 2022	82%	bonne
8, 9, 10 et 11 octobre 2022	165	7,1	13 octobre 2022	70%	bonne
17 et 19 octobre 2022	132	5,7	21 octobre 2022	82%	bonne
TOTAL des 8 pics retenus	1684	72,8			

Tab.14 : Comparaison des pics d'activité toutes espèces confondues avec le suivi mortalité. Pour rappel : aucune mortalité de chiroptère constatée sur l'ensemble des sorties du suivi mortalité.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'activité totale des chiroptères est fortement influencée par celle de la Sérotine commune qui totalise près de 55 % des contacts. Nous avons donc, en plus de l'analyse toutes espèces confondues, recherché les pics des espèces autres que la Sérotine commune : la Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle commune (tab.15). Nous ne traitons pas les deux dernières espèces, à savoir l'Oreillard gris et la Pipistrelle de Nathusius puisqu'elles totalisent chacune moins de 10 contacts et que, par conséquent, la notion de « pic d'activité » n'a pas de sens pour ces deux espèces.

Nous obtenons les résultats suivants :

- une bonne représentativité du suivi pour les pics de la Noctule commune
- une représentation moyenne à bonne pour la Noctule de Leisler et la Pipistrelle commune
- une représentativité moyenne à nulle pour la Pipistrelle de Kuhl

espèce	date(s) du pic d'activité	nombre de contacts	part d'activité de l'espèce représentée par le pic (en %)	date de prospection mortalité la plus proche	part de surface prospectable sous l'éolienne n°1	représentativité du suivi
Noctule de Leisler	31 août au 4 septembre 2022	67	18,1	1 et 8 septembre 2022	82%	moyenne
	17 et 19 octobre 2022	39	10,5	21 octobre 2022	82%	bonne
Noctule commune	9 et 10 octobre 2022	11	31,4	13 octobre 2022	70%	bonne
	10 septembre 2022	10	28,6	13 septembre 2022	70%	bonne
Pipistrelle de Kuhl	11 et 12 juillet 2022	63	37,5	pas de suivi		nulle
	1 et 2 septembre 2022	34	20,2	8 septembre 2022	82%	moyenne
Pipistrelle commune	17 et 19 octobre 2022	82	18,5	21 octobre 2022	82%	bonne
	8 et 9 octobre 2022	62	14,0	13 octobre 2022	70%	moyenne

Tab.15 : Comparaison des pics d'activité toutes espèces confondues avec le suivi mortalité. Pour rappel : aucune mortalité de chiroptère constatée sur l'ensemble des sorties du suivi mortalité.

La comparaison de la phénologie saisonnière avec les dates de suivi nous permettent de proposer des améliorations pour les prochains suivis de mortalité. Ces propositions sont formulées dans la conclusion de ce rapport.

5.5. Phénologie horaire

Si elle n'a pas de conséquence directe sur la représentativité des suivis, l'étude de la phénologie horaire permet néanmoins d'affiner les connaissances relatives à l'activité chiroptérologique sur le site.

La répartition de l'activité après l'heure de coucher du soleil montre une utilisation tout au long de la nuit de l'espace autour des éoliennes avec un pic d'activité entre 1 heure et 4 heures après le coucher du soleil (fig.11).

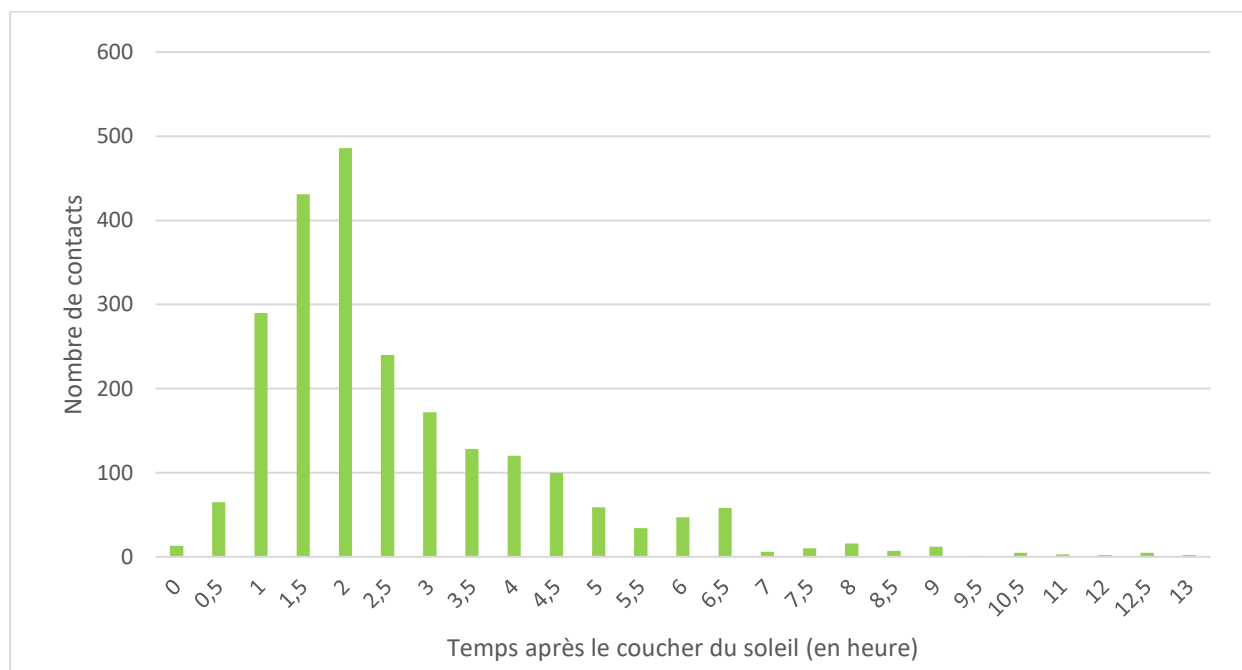


Fig.11 : Répartition de l'activité par tranche d'une demi-heure après le coucher du soleil

On note des contacts enregistrés beaucoup plus proche de l'heure du coucher du soleil durant la fin de la saison de vol. La figure 12 montre une répartition de l'activité sur les premières heures de la nuit principalement lors des pics d'activités des mois de juin et juillet dominés par la Sérotine commune. Sur la période de migration et transit automnal, les contacts sont moins concentrés sur une plage horaire de début de nuit et semble se répartir tout au long de la nuit.

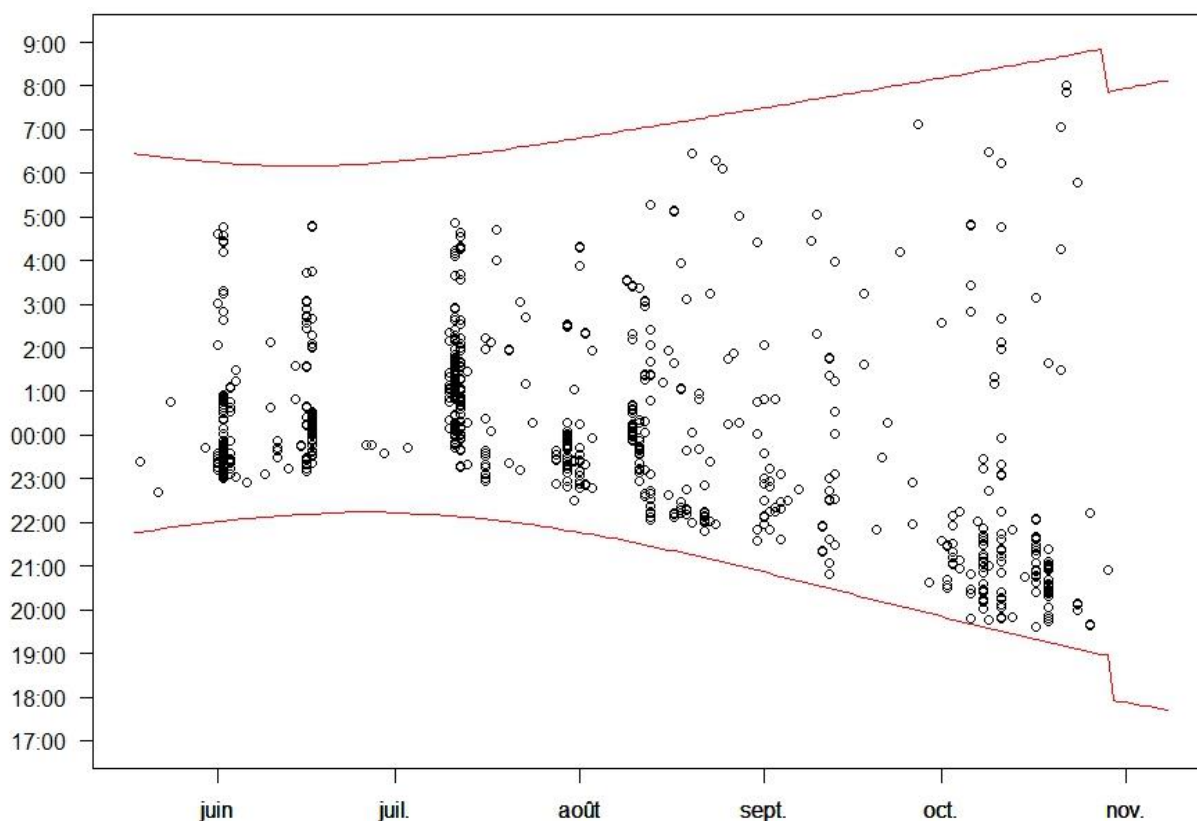


Fig.12 : Activité des chiroptères selon l'heure et la date, de mai à novembre 2022

5.6. Variables environnementales influant sur l'activité des chiroptères

Les données d'activité ont été transformées afin d'obtenir la somme des contacts sur les plages horaires météorologiques de 10 minutes correspondantes.

L'influence des différentes variables a été testée par régression linéaire selon un modèle linéaire généralisé (GLM). Les variables ont été testées individuellement afin d'étudier leur influence sur l'activité des chiroptères. Les variables sont toutes significatives. Afin de tester l'effet cumulé des paramètres environnementaux, nous avons réalisé un modèle complet comprenant l'ensemble des variables. Une sélection par le critère de l'AIC a permis d'obtenir le modèle le plus efficient (qui explique le plus la variabilité de l'activité avec le moins de variables environnementales). Les variables « date », « température » et « vitesse du vent » sont celles qui permettent d'expliquer le mieux les variations d'activités chiroptérologiques en altitude d'après le jeu de données de 2022.

L'avancée de la date au cours de la saison influence négativement l'activité des chauves-souris. Ce résultat confirme les observations faites sur les graphiques de la phénologie de l'activité avec des pics plus marqués durant le début de la période de suivi (juin et juillet) lié à l'activité de la Sérotine commune.

L'augmentation de la température influence positivement l'activité chiroptérologique alors que l'augmentation de la vitesse du vent influence négativement l'activité chiroptérologique.

La figure 11 présente l'évolution de l'activité chiroptérologique en fonction de la température relevée à hauteur de nacelle. Aucun contact n'a été enregistré en dessous de 10°C sur l'ensemble de la période échantillonnée. Afin d'avoir une représentation plus fidèle des préférences de température par les chauves-souris pour les vols en altitude, l'activité mesurée a été pondérée par le nombre d'occurrence de cette température. Ainsi, il est possible d'observer que le maximum d'activité a été relevé lorsque la température se situe entre 15 et 20 °C et entre 22 et 25°C. L'analyse de la température pondérée atténue très nettement ce premier pic montrant un net pic pour des températures voisines de 25°C. Une température supérieure à 13°C permet de comptabiliser 95% des données de chiroptères en altitude sur la période de suivi.

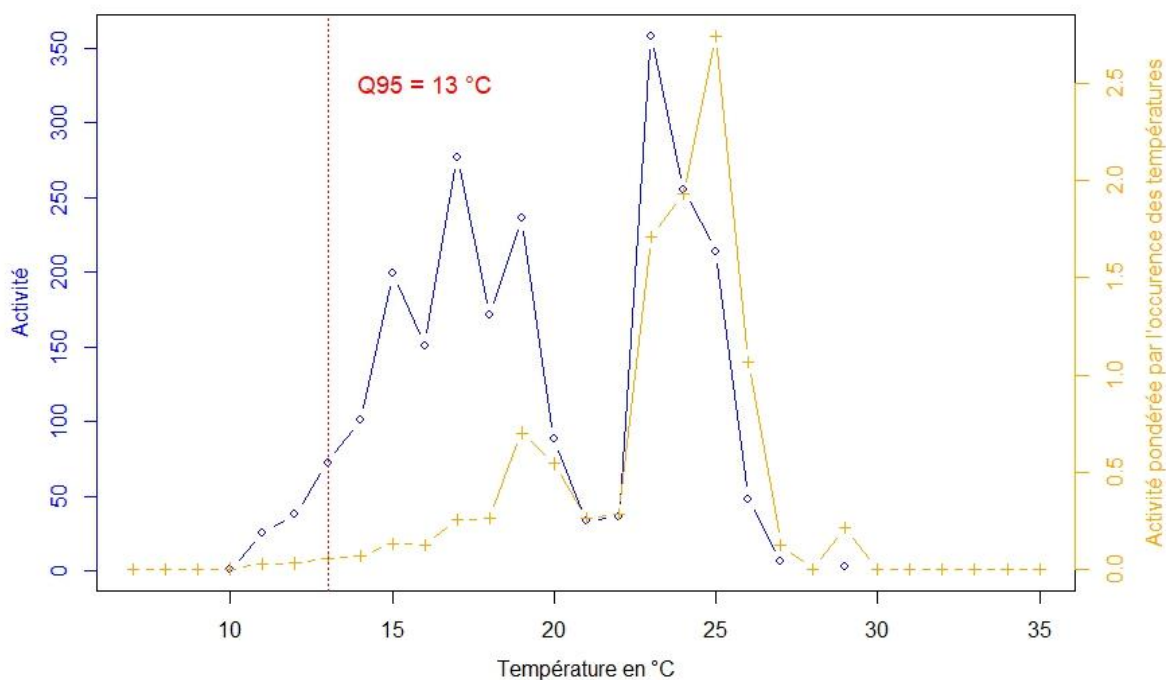


Fig.13 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction de la température extérieure

Les conditions de température favorables au vol des chiroptères à hauteur de nacelle sont variables en fonction des phases du cycle biologique et de la période. Ainsi, durant la période de mise bas et d'élevage des jeunes, les vols en altitude ont été réalisés avec des conditions de températures plus élevées. Le seuil de 95% de l'activité se situe au-dessus de 14 °C. Les valeurs de températures sont plus dispersées en période de transit automnal & de migration avec pour le même seuil des températures de vol supérieures à 12 °C.

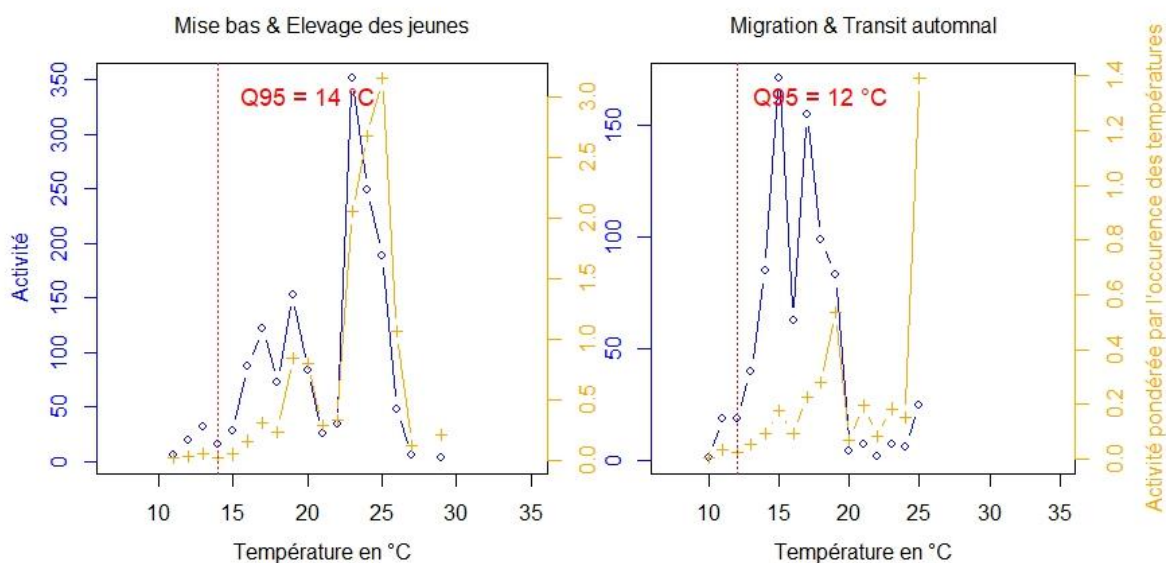


Fig.14 : Répartition par phase biologique de l'activité chiroptérologique en fonction des conditions de températures

La figure 15 représente la répartition de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (en m/s). L'activité des chiroptères s'échelonne entre des vitesses de vent de 0 et 7,9 m/s. L'activité est maximale pour des vitesses de vents relevés entre 2 et 6 m/s. De la même façon que pour la température, l'activité a été pondérée par l'occurrence de chaque vitesse de vent. Ainsi, l'activité pondérée maximale qui représente l'optimal pour les chiroptères se situe entre 0 et 3 m/s. Notons que 95% des contacts ont été enregistrés sous des valeurs de vent inférieures à 5,8 m/s.

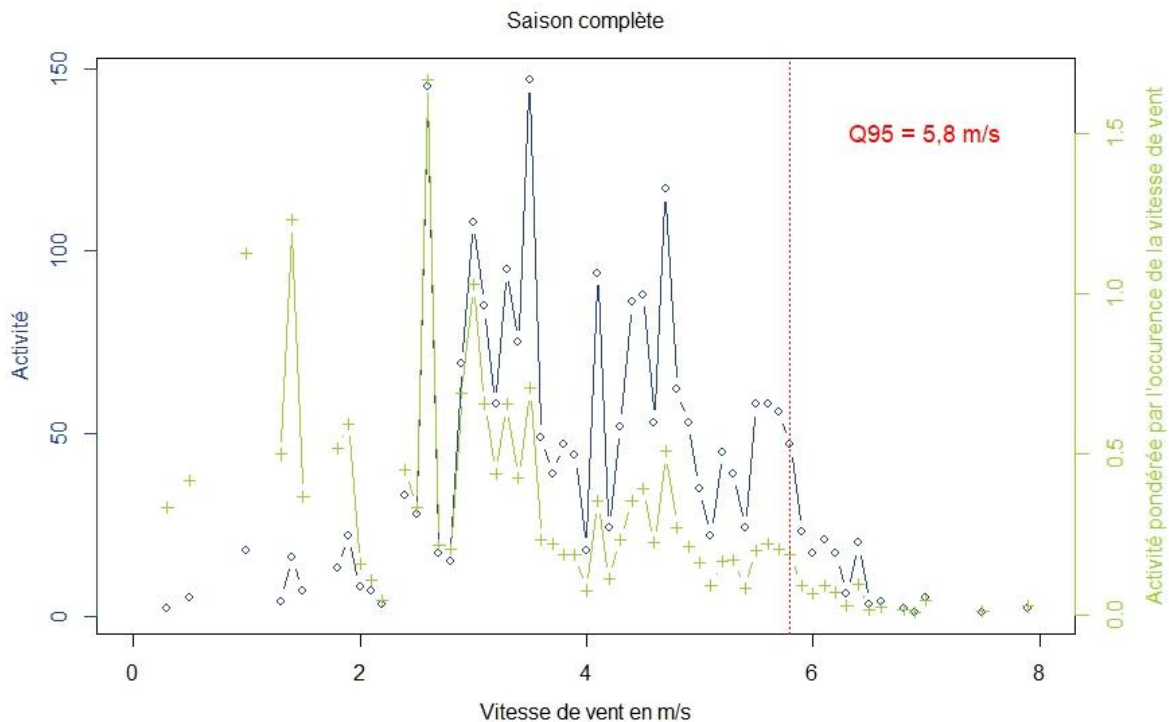


Fig.15 : Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction des conditions de vitesse du vent

L'influence de la vitesse du vent au cours de la phase du cycle biologique des chauves-souris varie peu en fonction de la période contrairement à la température. Pour les deux périodes le pic d'activité est mesuré pour des vitesses entre 2 et 6 m/s. Cependant, en pondérant les activités par l'occurrence de chaque vitesse de vent, on observe des conditions optimales de vent pour le vol en altitude comprises entre 0 et 3 m/s. La valeur seuil de 95% de l'activité chiroptérologique est de 5,8 m/s durant la phase de mise bas et d'élevage des jeunes, de 5,7 m/s pendant la période de transit automnal et de migration.

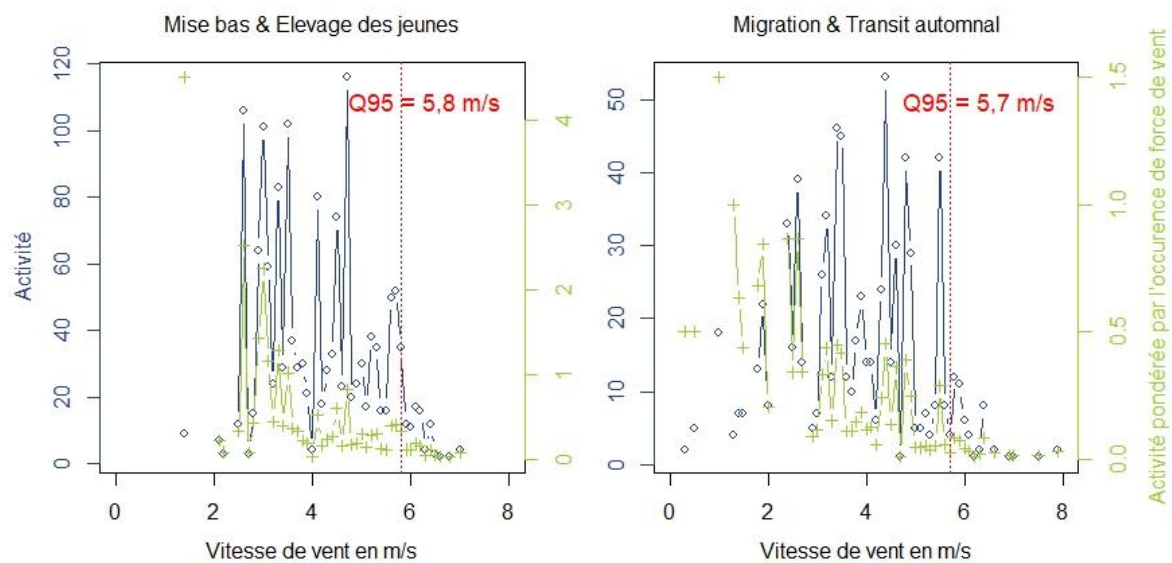


Fig.16 : Répartition par phase biologique de l'activité chiroptérologique en fonction des conditions de vitesse de vent

L'influence des différentes variables environnementales a ensuite été détaillée pour chacune des espèces identifiées. La valeur seuil de 95% de l'activité a été choisie pour caractériser les valeurs météorologiques propres à chaque espèce.

La Sérotine commune *Eptesicus serotinus* :

Les conditions de vol pour la Sérotine commune durant la période de mise bas & d'élevage des jeunes sont caractérisées par une température supérieure à 16 °C et une vitesse de vent inférieure à 5,8 m/s. Durant la période de transit automnal & de migration, les vols s'effectuent par des températures supérieures à 16 °C et un vent inférieur à 4,9 m/s à auteur de nacelle.

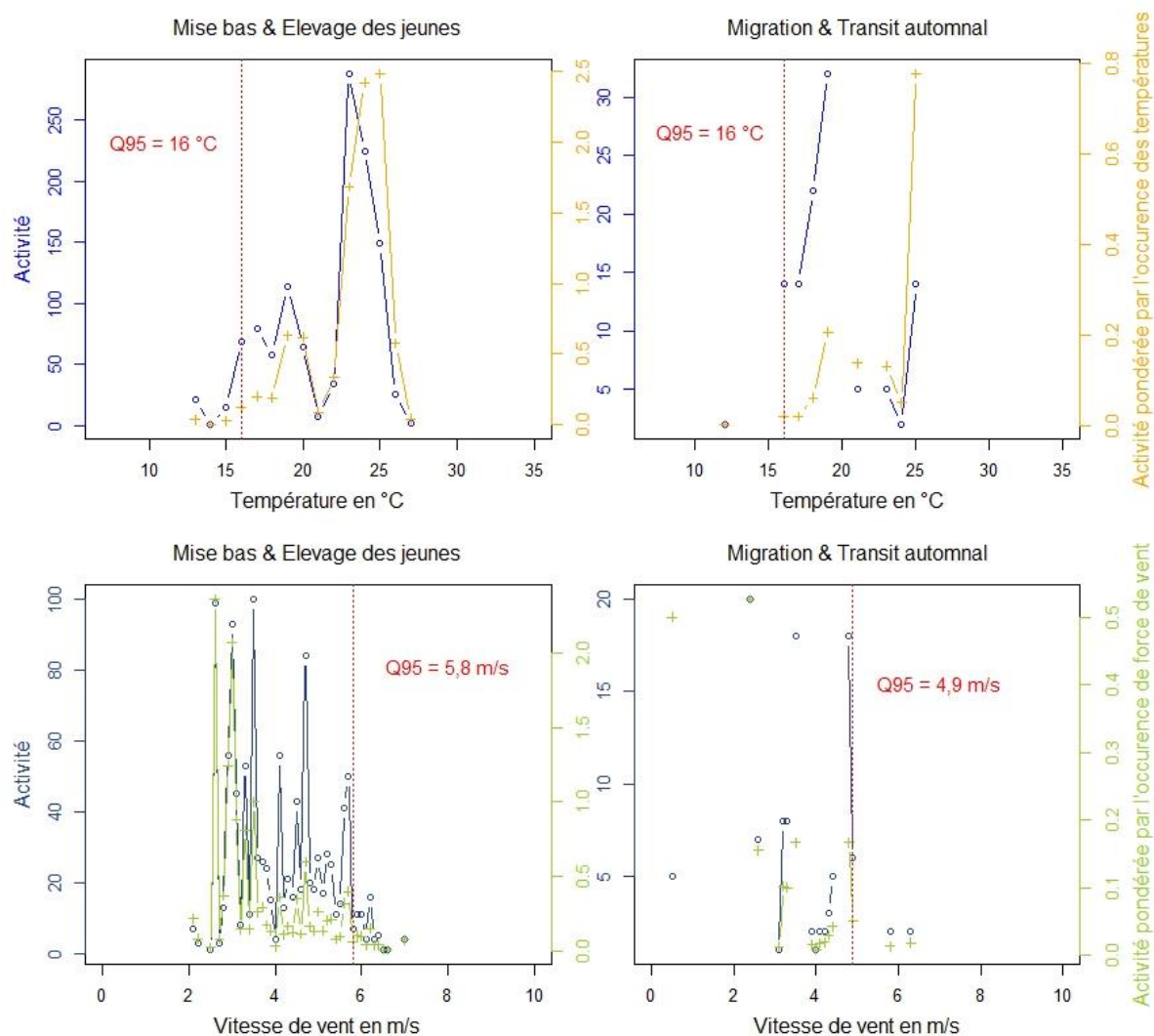


Fig.17 : Conditions météorologiques pour le vol de la Sérotine commune à hauteur de nacelle sur le parc de Saint-Allouestre en 2022

La Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri* :

Les conditions de vols en altitude de la Noctule de Leisler durant la période de mise bas & d'élevage des jeunes s'effectuent par des températures supérieures à 11 °C et une vitesse de vent inférieure à 5,8 m/s. Durant la période de migration & transit automnal, où l'espèce est la plus présente, les conditions météorologiques favorables au vol de la Noctule de Leisler en altitude sont caractérisées par une température supérieure à 13 °C et une vitesse de vent inférieure à 5,9 m/s.

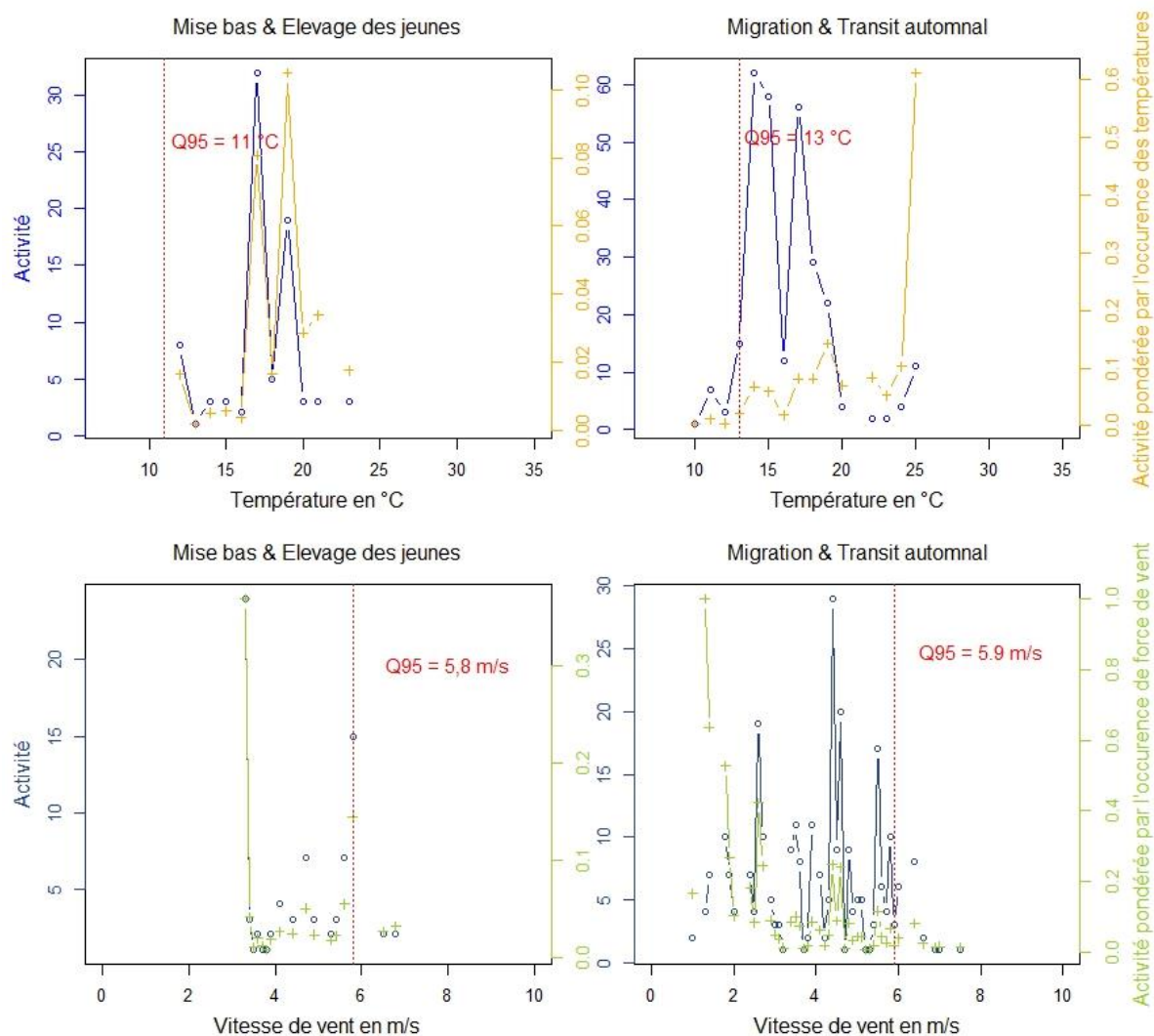


Fig.18 : Conditions météorologiques pour le vol de la Noctule de Leisler à hauteur de nacelle sur le parc de Saint-Allouestre en 2022

La Noctule commune *Nyctalus noctula* :

La Noctule commune n'a été contactée que lors de la période de transit automnal & de migration. Sa présence se caractérise par des conditions de températures supérieures à 11 °C et un vent inférieur à 5,3 m/s.

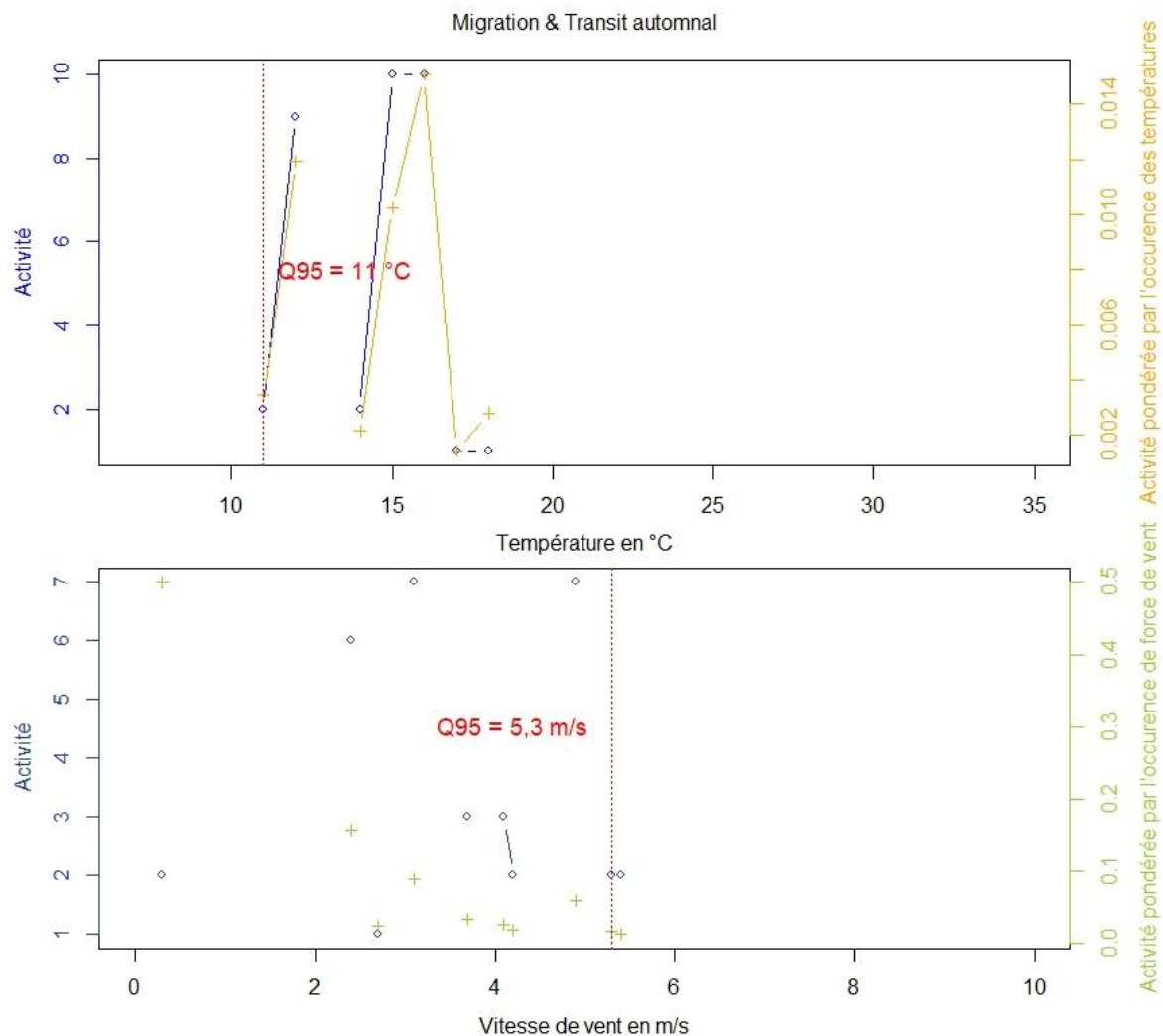


Fig.19 : Conditions météorologiques pour le vol de la Noctule commune à hauteur de nacelle sur le parc de Saint-Allouestre 2022

La Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* :

Les conditions de vol durant la phase de mise bas & d'élevage des jeunes correspondent à des températures supérieures à 12 °C et une vitesse de vent inférieure à 6,0 m/s. Les conditions de vol de la phase de transit automnal & de migration chez la Pipistrelle commune sont caractérisées par des températures supérieures à 13 °C et une vitesse de vent inférieure à 5,5 m/s (Fig).

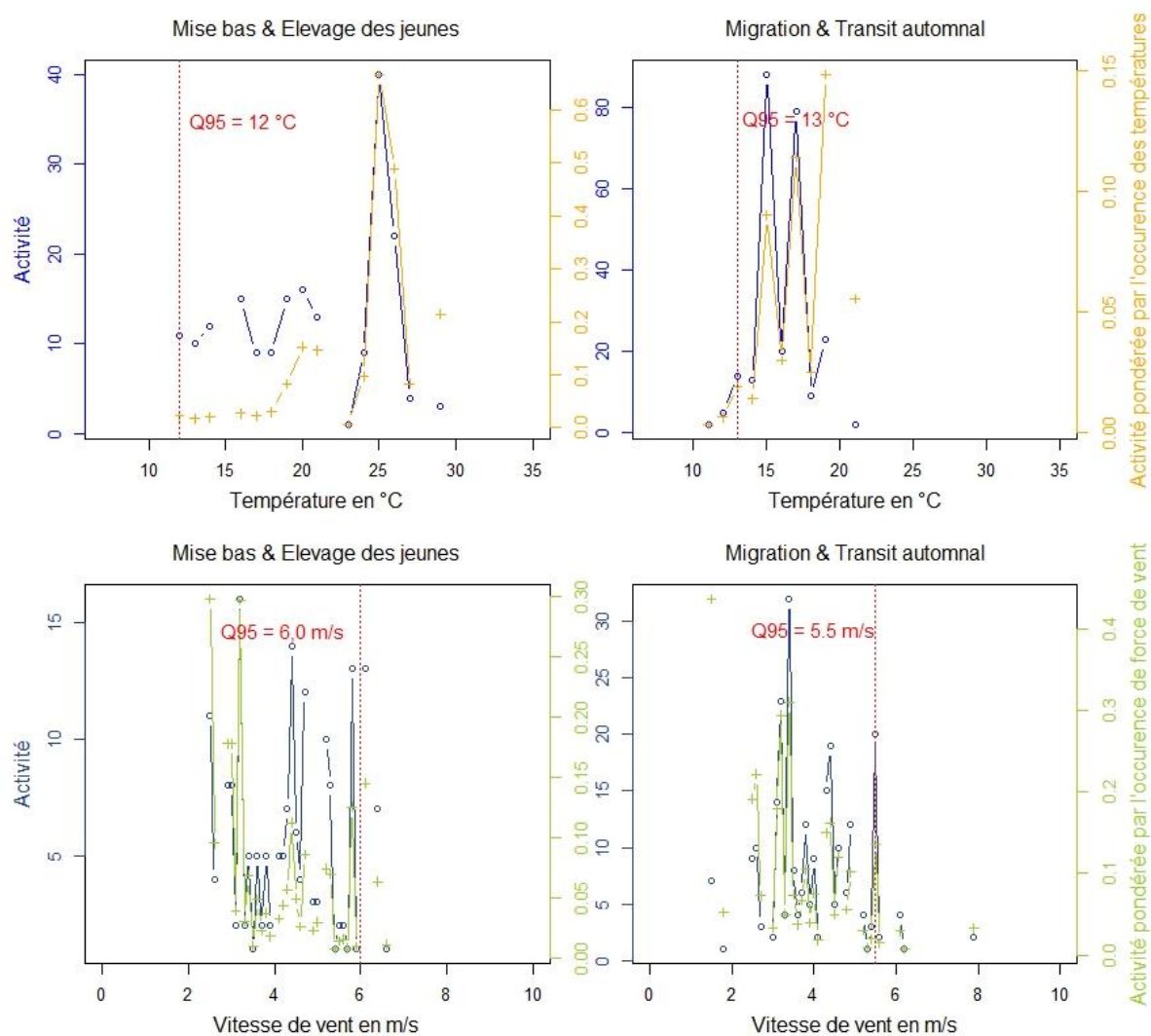


Fig. 20 : Conditions météorologiques pour le vol de la Pipistrelle commune à hauteur de nacelle sur le parc de Saint-Allouestre en 2022

La Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii* :

Les conditions de vol durant la phase de mise bas & d'élevage des jeunes correspondent à des températures supérieures à 11 °C et une vitesse de vent inférieure à 4,7 m/s. Les conditions de vol de la phase de transit automnal & de migration chez la Pipistrelle de Kuhl sont caractérisées par des températures supérieures à 13 °C et une vitesse de vent inférieure à 5,9 m/s.

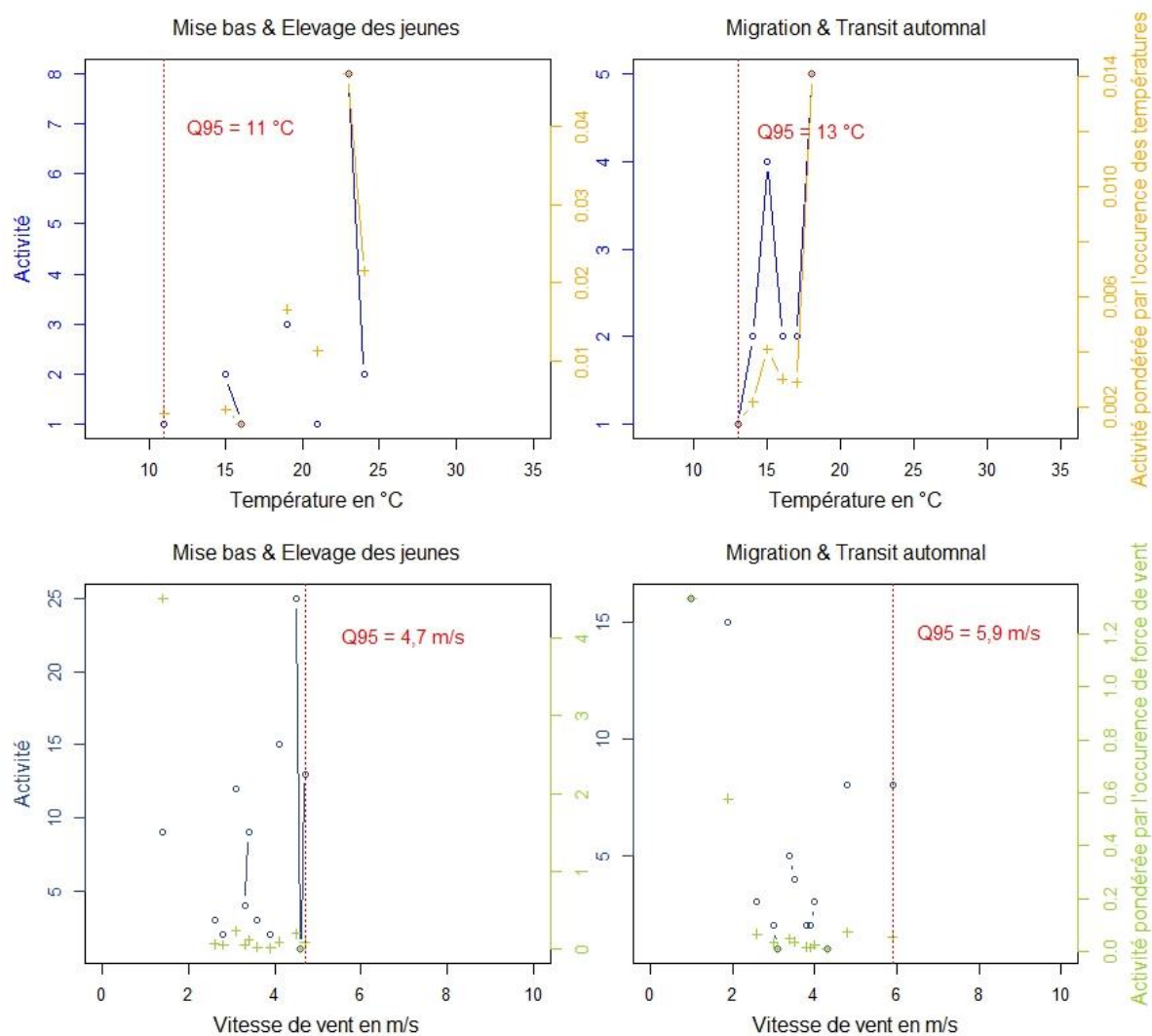


Fig. 21 : Conditions météorologiques pour le vol de la Pipistrelle de Kuhl à hauteur de nacelle sur le parc de Saint-Allouestre en 2022

La Pipistrelle Nathusius *Pipistrellus nathusii* :

La Pipistrelle de Nathusius n'a été contactée de façon certaine que lors de 4 contacts. Cette activité ne permet de présenter des caractéristiques de vol pour cette espèce. Il est possible de relever que les contacts de cette espèce ont été enregistrés par des températures supérieures à 16 °C et des vitesses de vent inférieures à 5,7 m/s.

L'Oreillard gris *Plecotus austriacus* :

Comme pour la Pipistrelle de Nathusius, l'activité de l'Oreillard gris ne permet pas de présenter des caractéristiques de vol. Il n'a été contacté que lors d'une seule nuit (07/10/2022) lors de la période de suivi. Les critères météorologiques correspondant sont une température égale à 11 °C et un vent inférieur à 3,5 m/s.

6. Conclusions et préconisations

Le suivi du parc éolien de Saint Allouestre sur l'année 2022 a été réalisé selon une méthodologie conforme aux préconisations du protocole de 2018.

Un suivi de mortalité (oiseaux et chiroptères) a été réalisé aux deux périodes considérées *a priori* comme les plus sensibles : 8 sorties de prospection de mi-mai à fin juin, soit la pleine période de nidification des oiseaux et le début de la période de mise bas des chiroptères ; et 12 sorties de fin août à mi-novembre, soit la période la plus à risque à la fois pour les chiroptères (vol de jeunes, déplacements post-nuptiaux) et les oiseaux (envol des jeunes, migrations).

Pour la première fois, le site a également fait l'objet d'un suivi de l'activité chiroptérologique en nacelle. Les enregistrements ont été réalisés au niveau de l'éolienne n°1 sur une période allant du 18 mai 2022 au 08 novembre 2022. Ils ont apporté une grande quantité d'informations sur la fréquentation du site par les chauves-souris : espèces présentes, phénologie saisonnière et horaire, variables environnementales influant sur l'activité.

Concernant les oiseaux, les conclusions sont les suivantes :

- Comme en 2015, deux cadavres ont été découverts en 20 sorties de prospection de mortalité. Il s'agit cette fois de deux Pigeons ramiers. Comme en 2015, aucune mortalité d'espèce protégée n'est donc à signaler.
- Si la mortalité estimée d'après les formules d'Erickson, Jones et Huso semble relativement élevée au printemps (selon Huso : 6,4 oiseaux par semaine sur l'ensemble du parc), ce résultat est surtout lié à un faible taux de persistance des leurres (1 jour) comparé à l'intervalle de temps entre deux passages (7 jours). Certes, le taux de persistance des leurres n'est qu'une estimation (très) approximative du taux de persistance des cadavres réels mais il n'existe pas d'alternative à cette méthode, par ailleurs recommandée par le protocole de 2018. Nous pouvons en revanche proposer, pour les prochains suivis (voir ci-après), une diminution du nombre de jours d'intervalle entre deux passages, ce qui réduirait l'incertitude de l'évaluation.
- En dehors de cette adaptation de la méthode pour les prochains suivis, il n'y a pas lieu de mettre en place des mesures particulières concernant les oiseaux. Rappelons que le site, dominé par les grandes cultures et à l'écart des ZNIEFF et sites Natura 2000, ne présente pas d'enjeu particulier en termes d'avifaune.

Concernant les chiroptères, les conclusions sont les suivantes :

- le cortège d'espèces est moyennement diversifié, avec 7 espèces sur les 22 connues en Bretagne
- la Sérotine commune représente près de 55 % de l'activité totale. Cette espèce ne présente pas d'enjeu de conservation particulier et sa sensibilité à l'éolien est considérée comme moyenne. Rappelons toutefois qu'un cadavre de cette espèce avait été découvert lors du suivi de 2015.
- Les espèces présentant l'enjeu de conservation et la sensibilité les plus élevés sont la Noctule commune (qui ne représente toutefois que 1,5 % des contacts) et, dans une moindre mesure, la Noctule de Leisler (16 % des contacts). Les pics d'activité de ces deux espèces ont été relativement bien suivis du point de vue de la mortalité et aucune collision n'a été constatée dans les jours suivants, avec de bonnes conditions de recherche.

- De manière plus générale, aucune mortalité de chiroptère n'a été constatée durant les 20 sorties de prospection. L'estimation de la mortalité, faite avec l'hypothèse « mortalité constatée < 1 » donne, comme pour les oiseaux, des résultats fortement influencés par le rapport « durée de persistance des leurres / intervalle entre deux prospections ». On trouve entre 0 et 5,9 chauves-souris par semaine pour la période printanière et entre 0 et 0,81 chauves-souris par semaine pour la période automnale. Là encore, une diminution du nombre de jours d'intervalle entre deux passages améliorerait la précision des estimations.
- Par ailleurs, les mois de juillet et août, qui totalisent environ 50 % de l'activité des chiroptères et présentent plusieurs pics d'activité de la Sérotine commune et de la Pipistrelle de Kuhl, devraient être intégrés dans le prochain suivi de mortalité.
- En l'état actuel des connaissances, il n'y a pas lieu de mettre en place des mesures de bridage mais la méthodologie du suivi nécessite des améliorations. En effet, nous ne disposons pas de données d'activité en continu au moment de définir notre méthodologie pour 2022 et nous nous en étions tenus aux préconisations du protocole de 2018 en considérant par ailleurs que le site ne présentait pas d'enjeu majeur, de par sa situation géographique, les milieux qui le composent et les éléments de l'étude d'impacts.

Compte-tenu des nouveaux éléments que le suivi en nacelle de 2022 a mis en évidence par rapport à l'étude d'impacts de 2005 et compte-tenu notamment de la découverte sur le site de la Noctule commune, espèce particulièrement sensible et en déclin, nous préconisons de ne pas attendre les dix ans prévus par l'arrêté ministériel du 26 août 2011 pour la réalisation du prochain suivi mais de le prévoir pour 2027, soit un délais de cinq ans au lieu de dix. Ce prochain suivi devra être principalement axé sur les chauves-souris.

Disposant désormais d'un suivi d'activité précis et ayant constaté l'influence déterminante du ratio « durée de persistance des leurres / intervalle entre deux prospections » dans l'estimation de la mortalité, nous proposons de conserver le principe d'un suivi à intervalles réguliers selon le protocole de 2018 mais en diminuant la durée d'intervalle de 7 à 3,5 jours (deux passages par semaine). Nous proposons également d'étendre la période de prospection afin de mieux prendre en compte la période estivale où les chauves-souris (Sérotine commune et Pipistrelle de Kuhl en particulier) sont très actives. En revanche, le début du mois de novembre peut être retiré dans la mesure où le dernier pic a été noté le 19 octobre et les derniers contacts le 29 octobre. Nous obtenons donc un suivi sur environ 25 semaines (fin mai à fin octobre) avec 50 sorties. Cette méthode permettrait de réaliser des estimations selon les formules communément utilisées (Erickson, Huso, Jones) et de les comparer aux résultats de 2022. Elle prendrait en compte aussi bien les chauves-souris que les oiseaux. Elle conserverait toutefois une durée d'intervalle (3,5 jours) supérieure à la durée de persistance des cadavres.

Bibliographie

ADEME, E-CUBE Strategy Consultants, I Care & Consult, et In Numeri. (2017) : Etude sur la filière éolienne française : bilan, prospective et stratégie. 325 pages.

ALBESPY, F & BEUCHER, Y. (2017) : Parc éolien d'Arfons (81). Suivi environnemental post-implantation 2016 ciblé sur les chauves-souris. Suivi de la mortalité des chauves-souris (et des oiseaux). Suivi de l'activité des chauves-souris. VALOREM, EXEN.

ARNETT, E.B., W.K. BROWN, W.P. ERICKSON, J.K. FIEDLER, B.L. HAMILTON, T.H. HENRY, A. JAIN, G.D. JOHNSON, J. KERNS, R.R. KOFORD, C.P. NICHOLSON, T.J. O'CONNEL, M.D. PIORKOWSKI & R.D. TANKERSLEY (2008) : Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *J. Wildl. Manag.* 72(1) : 61-78.

ARNETT, E.B., E.F. BAERWALD, F. MATHEWS, L. RODRIGUES, A. RODRIGUEZ-DURAN, J. RYDELL, R. VILLEGAS-PATRACA, C.C. VOIGT (2016). Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*: 295–323 http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_11.

ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. (2009): *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénopée); MNHN, Paris, 544p.*

BAERWALD, E.F., G.H. D'AMOURS, B.J. KLUG & R.M.R. BARCLAY (2008) : Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18 (16) : pR 695-696.

BARATAUD M. (2015) : *Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportement de chasse. Troisième édition. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et Biodiversité), 344 p.*

BARRE, K. (2017) : *Mesurer et compenser l'impact de l'éolien sur la biodiversité en milieu agricole. Thèse –Museum National d'Histoire Naturelle –CESCO. 363 p.*

BARRE, K., LE VIOL, I., BAS, Y., JULLIARD, R., KERBIRIOU, C. (2018) : Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: Implications for European siting guidance. *Biological Conservation*, 226: 205-214.

*BAS, Y., KERBIRIOU, C., ROEMER, C. & JULIEN, JF. (2020, June) Bat population trends. Muséum national d'Histoire naturelle. Retrieved from <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/population-trends>

BAS, Y., A. HAQUART, J. TRANCHARD & H. LAGRANGE (2014) : Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mâts de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. *Symbioses, Actes des 14èmes Rencontres Nationales Chauves-souris de la SFEPM, Bourges mars 2012*, 32: 8387.

BUDENZ, T., et al. 2017. Up and down : *B. barbastellus* explore lattice towers. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*. Volume 28 (2): 272-276.

BRINKMNA, R., SCHAUER-WEISSHAHN, H. & BONTADINA, F. (2006) : *Études sur les impacts potentiels liés au fonctionnement des éoliennes sur les chauves-souris du district de Fribourg. Traduction du Bureau de coordination énergie éolienne/ Koordinierungsstelle Windenergie e.V..*

Regierungspräsidium Freiburg -Referat 56, Naturschutz und Landschaftspflege gefördert durch Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg, 66 pages.

CRYAN, P. M., GORRESEN, P. M., HEIN, C.D., SCHIRMACHER, M.R., DIEHL, R.H., HUSO, M.M., HAYMAN, D.T.S., FRICKER, P.D., BONARCORSO, F.J., JOHNSON, D.H., HEIST, K. & DALTON, D.C. – 2014 – Behavior of bats at wind turbines – PNAS, 111, 42 6 p. + supporting information 10.1073/pnas.1406672111

DULAC, P. & OUVARD E. (2018) : Eoliennes de Bouin (Vendée) Bilan du programme 2017 du suivi de la mortalité des chauves-souris. EDF, LPO Vendée.

DREWITT, A.L. & Langston, R.H. (2006) : Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis, 148(s1), 29-42.

*DÜRR, T. (2019) : Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg. Stand: 05. Dezember 2019.

ERICKSON, W., STRICKLAND, D., JOHNSON, G. & KERN W. (2000) : Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from windplants. National Avian Wind Power Planning Meeting III San Diego: 172-182.

Hull, C.L. & MUIR, S. (2010) : Search areas for monitoring bird and bat carcasses at wind farms using a Monte-Carlo model. Australasian Journal of Environmental Management, 17 :2, 77-87.

HOCHRADEL, K., UWE, A., HEINZE, N., NAGY, M., STILLER, F. & BEHR, O. 2015. Wärmeoptische 3D-Erfassung von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen. In : Behr O., Brinkmann R., Korner-Nievergelt F., Nagy M., Niermann I., Reich M. & Simon R. (Hrsg.) : Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). – Umwelt und Raum BD. 7, 81 - 100, Institut für Umweltplanung, Hannover.

HÖTKER, H., THOMSEN, K.M. & JEROMIN, H. (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, Allemagne. 65 p

HUSO, M., M., P., (2011): An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22: 318–329.

HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES L. (2005) : Bat Migrations in Europe. A review of banding data and literature. Naturschutz und Biologische Vielfalt, 28 : 1-176.

IUCN (2018): The IUCN Red List of Threatened Species, <http://www.iucnredlist.org/>

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 pages.

*KERBIRIOU, C., KAUFFMANN, C. (2022) : L'évolution de l'état de conservation de la Noctule commune (*Nyctalus noctula*). Symbioses - 18èmes Rencontres Nationales Chauves-souris (2021). Actes des XVIIIèmes Rencontres Nationales Chauves-souris de la SFEPM, 175 p.

LEKUONA, J.M. (2001) : Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves en los parques eólicos de Navarra. Gobierno de Navarra, Pamplona. 155 p.

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.

PARK, K., MICEVSKI, B., MINDERMAN, J., (2015): Guidelines for consideration of bats in wind farm projects –Revision 2014. EUROBATS Publication Series N° 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Germany, 133 p.

RODRIGUES, L., BACH, L., DUBOURG-SAVAGE, M.-J., KARAPANDZA, B., KOVAC, D., KERVYN, T., DEKKER, J., KEPEL, A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH, C.,

ROELEKE, M., BLOHM, T., KRAMER-SCHADT, S., YOVEL, Y. & VOIGT, C.-C. 2016. Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. Sci. rep. 6, 28961;doi:10.1038/srep28961.

ROEMER, C., BAS, Y., DISCA, T., & COULON, A. 2019. Influence of landscape and time of year on bat-wind turbines collision risks. Landscape Ecology, 34(12), 2869-2881.

RYDELL, J., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, M. GREEN, L. RODRIGUES & A. HEDENSTRÖM (2010a) : Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. Acta Chiropterologica 12(2) : 261-274.

RYDELL, J., ENGSTRÖM, H., HEDENSTRÖM, A., LARSEN, J.K., PETTERSSON, J. & GREEN, M. (2012) : The effect of wind power on birds and bats –A synthesis. VINDVAL, Report 6511. 152 p.

SANTOS, H., L. RODRIGUES, G. JONES & H. REBELO (2013) : Using species distribution modelling to predict bat fatalities at wind farms. Biol. Conserv. 157 : 178-186.doi:10.1016/j.biocon.2012.06.017.

UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2017): La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

VOIGT, C.C., A.G. POPA-LISSEANU, I. NIERMANN, S.KRAMER-SCHADT (2012). The catchment area of wind farms for European bats: a plea for international regulations. Biol. Conserv. 153:80–86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.04.027>.

**Publication citées dans le rapport*

Annexe : fiches de mortalité

Signalement d'un cas de mortalité de Pigeon ramier lors du suivi du parc éolien de Saint Allouestre par Émilien BARUSSAUD - juin 2022

Contexte : un suivi de la mortalité oiseaux / chiroptères est réalisé sous les 4 éoliennes du parc éolien de Saint-Allouestre (56) de fin-mai à mi-juin puis de fin-août à mi-novembre 2022 par Émilien Barussaud, responsable du bureau d'études BARUSSAUD EXPERTISE TERRITORIALE (Arzal, 56). La recherche a lieu sous chaque éolienne tous les jeudis matin, selon le protocole en vigueur (version 2018).

Mortalité constatée : sous l'éolienne n°2 une plumée quasi-complète de Pigeon ramier a été découverte le 09/06/22 sur la plateforme, à 25 mètres du mât

Statut du Pigeon ramier : le Pigeon ramier (*Columba palumbus*) est une espèce non-protégée en France (Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection). D'après les listes rouges (critères UICN), le statut de l'espèce est :

- Préoccupation mineure à l'échelle mondiale
- Préoccupation mineure à l'échelle européenne
- Préoccupation mineure en France métropolitaine
- Préoccupation mineure en Bretagne



Photographies de la plumée de Pigeon ramier lors de sa découverte le 09/06/22

Signalement d'un cas de mortalité de Pigeon ramier
lors du suivi du parc éolien de Saint Allouestre
par Émilien BARUSSAUD - octobre 2022

Contexte : un suivi de la mortalité oiseaux / chiroptères est réalisé sous les 4 éoliennes du parc éolien de Saint-Allouestre (56) de fin-mai à mi-juin puis de fin-août à mi-novembre 2022 par Émilien Barussaud, responsable du bureau d'études BARUSSAUD EXPERTISE TERRITORIALE (Arzal, 56). La recherche a lieu sous chaque éolienne tous les jeudis matin, selon le protocole en vigueur (version 2018).

Mortalité constatée : sous l'éolienne n°4 une plumée incomplète de Pigeon ramier a été découverte le 06/10/22 sur la plateforme, à 12 mètres du mât

Statut du Pigeon ramier : le Pigeon ramier (*Columba palumbus*) est une espèce non-protégée en France (Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection). D'après les listes rouges (critères UICN), le statut de l'espèce est :

- Préoccupation mineure à l'échelle mondiale
- Préoccupation mineure à l'échelle européenne
- Préoccupation mineure en France métropolitaine
- Préoccupation mineure en Bretagne



Photographies de la plumée de Pigeon ramier lors de sa découverte le 06/10/22