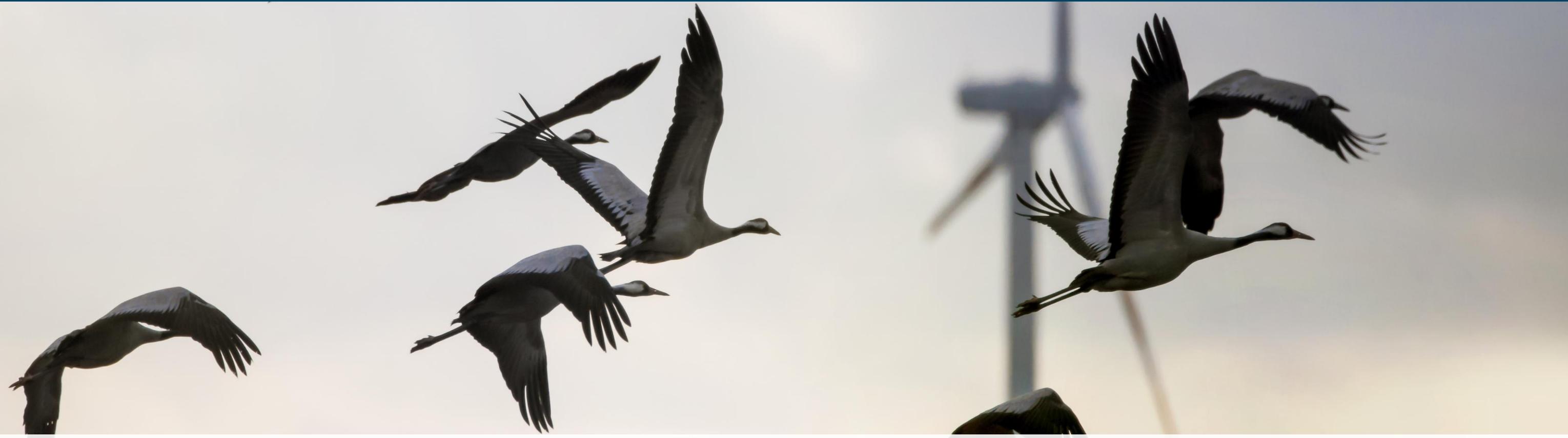


RAPPORT DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL POST-IMPLANTATION

SUIVI ENVIRONNEMENTAL 2024 PARC EOLIEN DE SAINT-CONGARD MORBIHAN (56), BRETAGNE

Référence du document : Rapport_Enviro_2024_SOL_Saint-Congard_ERG_2024.06.04



Client : ERG France
+33 (0)6 70 75 93 70
cchadeau@erg.eu

Préambule : Ce rapport est la propriété de Sens Of Life jusqu'à validation finale des deux parties. Toute information contenue dans ce document ne peut être transmise à des tiers sans autorisation écrite de Sens Of Life.

Rédaction
Tristan BOURHIS
Chargé(e) d'études naturalistes
tristan.bourhis@sensoflife.com

Validation
Caroline COSNARD
Directrice Inter-Agences
+33 (0)7 69 18 46 56
caroline.cosnard@sensoflife.com

Approbation
Caroline COSNARD
Directrice Inter-Agences
+33 (0)7 69 18 46 56
caroline.cosnard@sensoflife.com

Version	Date	Rédaction	Approbation	Commentaires
V1	18/02/2025	Tristan Bourhis	Caroline Cosnard	Rédaction initiale du rapport
V2	17/03/2025	Tristan Bourhis	Caroline Cosnard	Intégration des commentaires SOL
V3	04/06/2025	Tristan Bourhis	Caroline Cosnard	Intégration des commentaires client

SOMMAIRE

1 Cadre général de l'étude.....	5
1.1 Contexte réglementaire applicable aux parcs éoliens.....	5
1.2 Caractéristiques du parc éolien	5
1.3 Photographies du parc étudié	7
2 Rappel des enjeux identifiés sur le site	10
2.1 Zonages d'inventaires et réglementaires	10
2.2 Etude d'impact initiale réalisée en 2009	10
2.3 Suivi environnemental post-implantation réalisé en 2018.....	10
2.4 Suivi de la mortalité réalisé en 2020.....	11
2.5 Suivi acoustique des chiroptères réalisé en 2022.....	11
3 Suivi de la mortalité au sol.....	13
3.1 Protocole.....	13
3.2 Mortalité brute constatée au pied des éoliennes	14
3.3 Occupation du sol et surface prospectée	19
3.4 Test du biais de prédition	25
3.5 Test du biais de détection.....	29
3.6 Estimation de la mortalité réelle	30
3.7 Vulnérabilité des espèces retrouvées.....	32
4 Suivi de l'activité acoustique des chiroptères	34
4.1 Matériel et méthodes	34
4.2 Résultats des suivis d'activité chiroptérologique	37
4.3 Patrimonialité et sensibilité des espèces de chiroptères	49
5 Discussion	52
5.1 Synthèse du suivi de la mortalité aviaire	52
5.2 Synthèse du suivi acoustique et de la mortalité des chiroptères.....	52
6 Conclusion et préconisations pour la suite de l'exploitation du parc.....	55
7 Annexes	56
7.1 Fiches d'identification des cadavres retrouvés sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024	56
7.2 Fiche incidence de la Noctule commune du 12/08/2024	61
7.3 Sensibilité des oiseaux à l'éolien	65
7.4 Sensibilité des chiroptères à l'éolien	72
7.5 Détail du calcul de la note de risque (vulnérabilité) des espèces de chiroptères recensées sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024	79
7.6 Bibliographie.....	80

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Carte 1 : Implantation du parc éolien de Saint-Congard (56)	6
Carte 2 : Zones naturelles d'intérêt recensées dans un rayon de 20 kilomètres autour du parc éolien de Saint-Congard (56)	12
Carte 3 : Localisation des cadavres trouvés sous les éoliennes du parc éolien de Saint-Congard, entre mai et octobre 2024.....	15
Carte 4 : Surfaces théoriques prospectables au maximum et assolements, sous les quatre éoliennes du parc éolien de Saint-Congard en 2024.....	20
Carte 5 : Emplacement des leurres utilisés pour le premier test de prédatation effectué le 03/07/2024 sur le parc éolien de Saint-Congard dans le cadre du suivi environnemental en 2024.....	27
Carte 6 : Emplacement des leurres utilisés pour le second test de prédatation effectué le 16/10/2024 sur le parc éolien de Saint-Congard dans le cadre du suivi environnemental en 2024.....	28
Carte 7 : Carte de répartition et de migration de la Pipistrelle de Natusius (Kurvits et al., 2011)	74
 Figure 1 : Parc éolien de Saint-Congard, au premier plan l'éolienne E1 (à gauche) et l'éolienne E2 (à droite).	7
Figure 2 : Eolienne E3 du parc de Saint-Congard avec les éoliennes E2 (à gauche) et E1 (à droite) en arrière-plan	8
Figure 3 : Plateforme et éolienne E2 du parc éolien de Saint-Congard	8
Figure 4 : Eolienne E4 du parc éolien de Saint-Congard	9
Figure 5 : Eoliennes E3 et E4 du parc éolien de Saint-Congard depuis la plateforme de l'éolienne E1.....	9
Figure 6 : Représentation du trajet de prospection réalisé pour la recherche de cadavres sous une éolienne.	13
Figure 7 : Comparaison de la dentition pour identification de la Noctule de Leisler.....	14
Figure 8 : Statut de conservation national des cadavres de chiroptères retrouvés lors du suivi de la mortalité effectué en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard.....	14
Figure 9 : Photographies de l'évolution de la couverture végétale sous l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard en juin, août et octobre lors du suivi environnemental en 2024	21
Figure 10 : Photographies de l'évolution de la couverture végétale sous l'éolienne E2 du parc éolien de Saint-Congard en juin, juillet et septembre lors du suivi environnemental en 2024.....	22
Figure 11 : Photographies de l'évolution de la couverture végétale sous l'éolienne E3 du parc éolien de Saint-Congard lors du suivi environnemental en 2024, (en haut de gauche à droite) en mai, juillet, août et octobre ; (en bas de gauche à droite) en juillet, août, septembre et octobre	23
Figure 12 : Photographies de l'évolution de la couverture végétale sous l'éolienne E4 du parc éolien de Saint-Congard en juin, juillet, août et octobre lors du suivi environnemental en 2024	24
Figure 13 : Photographie d'un poussin utilisé dans le cadre des tests de prédatation des oiseaux en 2024.....	25
Figure 14 : Photographie d'une souris utilisée dans le cadre des tests de prédatation des chiroptères en 2024.	25
Figure 15 : Différences de visibilité des chiroptères selon les surfaces prospectées	29
Figure 16 : Leurre de chauve-souris utilisé dans le cadre des tests de détection en 2024.	29
Figure 17 : Leurre d'oiseau utilisé dans le cadre des tests de détection en 2024.	29
Figure 18 : Pipistrelle commune (©CCO domaine public)	33
Figure 19 : Exemple de fichier son collecté sur le système d'enregistrement TrackBat.....	34
Figure 20 : Microphone mobilisé pour les études en altitude (à droite) et boîtier TrackBat avec microphones déportés, installé en nacelle de l'éolienne E1 (à gauche).....	34
Figure 21 : Représentation des volumes de détection en fonction des groupes d'espèces	35
Figure 22 : Distance de détection des espèces de chauves-souris en fonction de leur fréquence d'émission	36
Figure 23 : Roitelet à triple bandeau.....	69
Figure 24 : Différentes méthodes de mise en évidence des éoliennes pour augmenter leur visibilité par les oiseaux	70
Figure 25 : Aigle royal.....	71
Figure 26 : Stratégie de franchissement d'un parc éolien sur le littoral audois (source : LPO Aude, 2001).....	72
Figure 27 : Description du phénomène de barotraumatisme.....	73
Figure 28 : Pipistrelle commune. CCO domaine public.....	73

Figure 29 : Sonogramme de cris émis par une Pipistrelle commune	74
Figure 30 : Pipistrelle de Natusius. CCO domaine public.	74
Figure 31 : Sonogramme des cris de Pipistrelle de Natusius/Kuhl	75
Figure 32 : Pipistrelle de Kuhl. CCO domaine public.	75
Figure 33 : Noctule commune. CCO domaine public.	75
Figure 34 : Sonogramme de cris émis par une Noctule commune.....	76
Figure 35 : Noctule de Leisler. CCO domaine public.	76
Figure 36 : Sonogramme de cris émis par une Noctule de Leisler.....	76
Figure 37 : Sérotine commune. CCO domaine public.	76
Figure 38 : Sonogramme de cris émis par une Sérotine commune.....	77

Graphique 1 : Répartition des cadavres retrouvés en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard en fonction de l'éolienne	16
Graphique 2 : Répartition des cadavres retrouvés en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard en fonction de la distance au mât de l'éolienne la plus proche.....	16
Graphique 3 : Répartition des cadavres retrouvés en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard en fonction de leur orientation par rapport au mât le plus proche.....	16
Graphique 4 : Répartition des cadavres en fonction de l'assolement et de sa hauteur, sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024.....	17
Graphique 5 : Répartition des cadavres retrouvés en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard en fonction de la date.....	17
Graphique 6 : Conditions météorologiques caractérisant les mortalités constatées en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard.	18
Graphique 7 : Surface moyenne prospectée sous chaque éolienne du parc éolien de Saint-Congard entre mai et octobre 2024.....	19
Graphique 8 : Proportion brute (à gauche) et corrigée (à droite) des espèces de chiroptères contactées en nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.....	37
Graphique 9 : Activité des chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard en 2024.....	38
Graphique 10 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure, enregistrée entre mi-mars et mi-novembre 2024, en nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard.	39
Graphique 11 : Activité des chiroptères en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée mi-mars et mi-novembre 2024, en nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard.	39
Graphique 12 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent ($m.s^{-1}$), en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.....	40
Graphique 13 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique totale en fonction de la vitesse de vent en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc de Saint-Congard en 2024.....	40
Graphique 14 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique par espèce en fonction de la vitesse de vent en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc de Saint-Congard en 2024.....	40
Graphique 15 : Activité des chiroptères en fonction de la température ($^{\circ}C$), en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.....	41
Graphique 16 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique totale en fonction de la température en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc de Saint-Congard en 2024	41
Graphique 17 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique par espèce en fonction de la température en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc de Saint-Congard en 2024.....	41
Graphique 18 : Proportion brute (à gauche) et corrigée (à droite) des espèces de chiroptères contactées en nacelle de l'éolienne E3 du parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.....	43
Graphique 19 : Activité des chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E3 du parc éolien de Saint-Congard en 2024.....	44
Graphique 20 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure, enregistrée entre mi-mars et mi-novembre 2024, en nacelle de l'éolienne E3 du parc éolien de Saint-Congard.	45

Graphique 21 : Activité des chiroptères en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée mi-mars et mi-novembre 2024, en nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard.	45
Graphique 22 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent ($m.s^{-1}$), en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.	46
Graphique 23 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique totale en fonction de la vitesse de vent en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc de Saint-Congard en 2024	46
Graphique 24 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique par espèce en fonction de la vitesse de vent en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc de Saint-Congard en 2024.....	46
Graphique 25 : Activité des chiroptères en fonction de la température ($^{\circ}C$), en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.	47
Graphique 26 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique totale en fonction de la température en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc de Saint-Congard en 2024.....	47
Graphique 27 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique par espèce en fonction de la température en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc de Saint-Congard en 2024	47
Graphique 28 : Principales espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes en France et leur statut de conservation (Dürr, 2025)	69
Graphique 29 : Corrélation entre le nombre de rapaces avec un comportement à risque et la mortalité, pendant 3 ans sur 13 parcs éoliens au nord de l'Espagne (Lekuona & Ursua, 2006).....	69
 Tableau 1 : Caractéristiques techniques des éoliennes de Saint-Congard.	5
Tableau 2 : Caractéristiques du parc éolien de Saint-Congard.	7
Tableau 3 : Synthèse des cas de mortalités lors des suivis de 2018 et 2020 et de la présence de ces espèces lors de l'étude d'impact de 2009.....	11
Tableau 4 : Conditions météorologiques observées lors des suivis de mortalité sur le parc éolien de Saint-Congard entre mai et octobre 2024.	13
Tableau 5 : Liste des oiseaux et des chauves-souris retrouvés lors des suivis de mortalité effectués en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard.	14
Tableau 6 : Caractéristiques météorologiques des trois nuits (ou l'unique nuit) précédant les mortalités de chiroptères constatées sur le parc de Saint-Congard entre mai et octobre 2024.	18
Tableau 7 : Couvert végétal et surface prospectée pour chaque éolienne du parc éolien de Saint-Congard en 2024.	19
Tableau 8 : Évaluation du biais de prédation des oiseaux sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024.....	26
Tableau 9 : Évaluation du biais de prédation des chiroptères sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024.....	26
Tableau 10 : Évaluation du taux de détection des cadavres de chiroptères sous chaque éolienne du parc éolien de Saint-Congard en 2024.....	30
Tableau 11 : Évaluation du taux de détection des cadavres d'oiseaux sous chaque éolienne du parc éolien de Saint-Congard en 2024.	30
Tableau 12 : Synthèse des variables utilisées dans les différentes formules de calcul de la mortalité estimée, et leur valeur lors du suivi environnemental du parc éolien de Saint-Congard en 2024.	30
Tableau 13 : Mortalité réelle estimée des chiroptères, selon les différentes formules, sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024.	31
Tableau 14 : Mortalité réelle estimée des oiseaux, selon les différentes formules, sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024.	32
Tableau 15 : Calcul de la note de risque d'une espèce à l'éolien, en fonction de sa sensibilité et de son statut de conservation à l'échelle nationale.....	32
Tableau 16 : Vulnérabilité de chaque espèce retrouvée lors des suivis de mortalité au sol effectués sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024	33
Tableau 17 : Possibilité d'identification des chauves-souris européennes en fonction de leurs émissions ultrasonores.	35
Tableau 18 : Coefficients de détectabilité des principales espèces de chauves-souris européennes, M. Barataud, 2020.....	36

Tableau 19 : Nombre de contacts bruts et corrigés en fonction du volume de détection de chaque espèce de chiroptères, sur le parc éolien de Saint-Congard en nacelle de l'éolienne E1, entre mi-mars et mi-novembre 2024.	37
Tableau 20 : Activité des chiroptères en fonction de la température ($^{\circ}C$) et de la vitesse du vent ($m.s^{-1}$) combinées en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.....	42
Tableau 21 : Nombre de contacts bruts et corrigés en fonction du volume de détection de chaque espèce de chiroptères, sur le parc éolien de Saint-Congard en nacelle de l'éolienne E3, entre mi-mars et mi-novembre 2024.	43
Tableau 22 : Activité des chiroptères en fonction de la température ($^{\circ}C$) et de la vitesse du vent ($m.s^{-1}$) combinées en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.....	48
Tableau 23 : Synthèse des valeurs patrimoniales (statuts de protection et de conservation) de chaque espèce de chiroptère recensée sur le parc éolien de Saint-Congard entre mi-mars et mi-novembre 2024.	49
Tableau 24 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024	49
Tableau 25 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024	49
Tableau 26 : Données d'activité de la Pipistrelle de Nathusius sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024	49
Tableau 27 : Données d'activité de la Pipistrelle de Nathusius sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024	49
Tableau 28 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024	50
Tableau 29 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024	50
Tableau 30 : Données d'activité de la Noctule commune sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024.....	50
Tableau 31 : Données d'activité de la Noctule commune sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024.....	50
Tableau 32 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024.....	50
Tableau 33 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024.....	50
Tableau 34 : Données d'activité de la Sérotine commune sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024.....	50
Tableau 35 : Données d'activité de la Sérotine commune sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024.....	50
Tableau 36 : Comparaison des oiseaux recensés sur le parc éolien de Saint-Congard lors de l'étude d'impact en 2009 et lors des suivis de la mortalité en 2018, 2020 et 2024.	52
Tableau 37 : Paramètres temporels et météorologiques caractérisant les contacts acoustiques de Noctule commune, pouvant correspondre au cadavre découvert sous l'éolienne E3 lors du suivi de mortalité effectué le 12/08/2024	53
Tableau 38 : Comparaison du cortège d'espèces de chiroptères en nacelle des éoliennes du parc éolien de Saint-Congard en 2018 (E1/E2), en 2020 (E1/E3) et 2024 (E1/E3) avec les suivis de la mortalité au sol correspondants.	54
Tableau 39 : Aide décisionnelle sur les préconisations de mesures de réduction et/ou de compensation selon les impacts globaux et spécifiques établis pour le parc éolien de Saint-Congard.	55
Tableau 40 : Comparaison indicative des différentes causes de mortalité anthropique de l'avifaune en France (en haut, LPO, AMBE - 2010) et aux Etats-Unis (en bas, Erickson et al., 2005)	65
Tableau 41 : Récapitulatif des données de mortalité des oiseaux, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2025)	68
Tableau 42 : Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2025)	77
Tableau 43 : Vulnérabilité à l'éolien par espèce (Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016)	77
Tableau 44 : Détail du calcul de la note de risque des chiroptères observés sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024	79

1 CADRE GENERAL DE L'ETUDE

Les parcs éoliens peuvent avoir une incidence sur certaines espèces protégées, dont certains oiseaux et les chiroptères. Les impacts potentiels peuvent être classés en trois catégories :

- Une mortalité directe, accidentelle :
 - o Par collision avec les pales en mouvement,
 - o Par barotraumatisme à proximité de l'extrados des pales en mouvement,
 - o De manière plus anecdotique par collision contre le mât.
- Une perte d'habitat, temporaire en phase travaux ou permanente après construction, liée à la destruction d'espace de vie, de chasse ou de reproduction ;
- Un effet épouvantail, à nouveau temporaire et/ou permanent lié aux bruits, aux vibrations, à l'éclairage par exemple, perturbant les animaux résidents ou présentant un effet barrière aux migrateurs. Ces dérangements peuvent aussi bien éloigner les animaux (bruit, phobie des structures verticales et autres) que les attirer (chaleur des machines attirant les insectes, proies des chauves-souris par exemple).

Ces impacts peuvent être très faibles à critiques suivant les configurations des parcs éoliens. Ils dépendent du site, de son utilisation par les chauves-souris et les oiseaux et de la sensibilité des espèces présentes. Ils dépendent également du type d'éoliennes, de leur organisation, de leur fonctionnement, de la configuration du parc éolien, de son environnement et des conditions météorologiques. Les exploitants de parcs doivent donc s'assurer que la construction et l'exploitation de chaque parc ne dégradent pas l'état de conservation des espèces et des habitats.

1.1 Contexte réglementaire applicable aux parcs éoliens

Selon l'arrêté ICPE du 26 août 2011 modifié par arrêté du 10 décembre 2021, relatifs aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, l'exploitant d'une installation soumise à autorisation ou bien à déclaration¹ au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, doit réaliser un suivi environnemental dans les 12 mois qui suivent la mise en service du parc éolien puis une fois tous les dix ans.

L'article 12 de cet arrêté stipule que :

- « *L'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Sauf cas particulier justifié et faisant l'objet d'un accord du Préfet, ce suivi doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. Dans le cas d'une dérogation accordée par le Préfet, le suivi doit débuter au plus tard dans les 24 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation.*- « *Ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation.*- « *Le suivi mis en place par l'exploitant est conforme au protocole de suivi environnemental reconnu par le ministre chargé des installations classées.*

Ce rapport présente le suivi environnemental réalisé par Sens Of Life en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard, soit la dixième année suivant la mise en service du parc éolien. Il inclut les résultats des inventaires sur le terrain, ainsi que les impacts et les mesures à adopter sur ce parc, au besoin, pour réduire l'incidence sur les oiseaux et les chauves-souris.

1.2 Caractéristiques du parc éolien

ERG France est l'exploitant technique du parc éolien de Saint-Congard, composé de quatre éoliennes.

Le parc éolien de Saint-Congard est situé sur la commune de Saint-Congard (56140) dans le département du Morbihan (56), en région Bretagne. Le parc est composé de quatre éoliennes Senvion MM92 d'une puissance unitaire de 2,05 MW. Ces éoliennes sont équipées d'un rotor de 92 mètres de diamètre et d'une tour de 100 mètres de hauteur, le bas de pale est donc à 54 mètres de hauteur. Le Tableau 1 indique les caractéristiques techniques des éoliennes du parc éolien de Saint-Congard et la Carte 1 l'emplacement géographique de celles-ci.

Eolienne	Hauteur de mât	Hauteur en bout de pale	Diamètre du rotor	Hauteur de garde
E1	100 m	146 m	92 m	54 m
E2	100 m	146 m	92 m	54 m
E3	100 m	146 m	92 m	54 m
E4	100 m	146 m	92 m	54 m

Tableau 1 : Caractéristiques techniques des éoliennes de Saint-Congard.

Le parc éolien de Saint-Congard est implanté sur un plateau dont l'aire d'étude immédiate culmine à 82 mètres d'altitude. Le paysage bocager est composé de boisements, de prairies de pâtures et de parcelles agricoles exploitées de manière intensive, dont les cultures sont des poacées (blé, orge, maïs) et des fabacées (trèfle). Aucun cours d'eau ni aucune mare n'a été identifié à proximité immédiate des éoliennes.

¹ Point 3.7 de l'annexe I de l'arrêté du 26 août 2011 et article 9 de l'arrêté du 22 juin 2020.

Approche scalaire du site d'implantation Parc éolien de Saint-Congard Morbihan (56), Bretagne



Sens Of Life 2024. Fond de carte : Google satellite.

Carte 1 : Implantation du parc éolien de Saint-Congard (56).

Les informations générales relatives au parc sont présentées ci-dessous.

Nom du parc éolien	Saint-Congard
Exploitant	ERG France
Région	Bretagne
Département	Morbihan
Commune(s)	Saint-Congard (56140)
Date de mise en service	2014
Nombre et modèle d'éoliennes	4 éoliennes Senvion MM92/2050
Date de réalisation de l'état initial pré-implantation	Avril 2009
Précédents suivis environnementaux	Premier suivi environnemental par B.E.T, Amikiro et Sens Of Life en 2018 Second suivi environnemental par Amikiro et Sens Of Life en 2020
Mesures environnementales en place (type chiro ou SDA)	Bridage nocturne dynamique ProBat® pour la préservation des chiroptères sur l'ensemble des éoliennes : - Du 1 ^{er} avril au 31 octobre, - Du coucher au lever de soleil jusqu'au 20 août, puis d'une heure avant le coucher de soleil à une heure après le lever de soleil jusqu'au 31 octobre, - Abaissement du seuil d'arrêt à partir du 20 août 2024 et mise en place des arrêts critiques (arrêts sur seul critère d'une activité forte, indépendamment des critères météo)
Objet du suivi réalisé en 2024	Suivi de la 10 ^{ème} année d'exploitation du parc Suivi d'efficacité de la mesure de bridage
Nature du suivi réalisé en 2024	Suivi acoustique des chiroptères en nacelle Suivi de mortalité
Protocole de référence	Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres 2018, approuvé par le Ministère
Information complémentaire	...

Tableau 2 : Caractéristiques du parc éolien de Saint-Congard.

1.3 Photographies du parc étudié



Figure 1 : Parc éolien de Saint-Congard, au premier plan l'éolienne E1 (à gauche) et l'éolienne E2 (à droite).



Figure 2 : Eolienne E3 du parc de Saint-Congard avec les éoliennes E2 (à gauche) et E1 (à droite) en arrière-plan



Figure 3 : Plateforme et éolienne E2 du parc éolien de Saint-Congard



Figure 4 : Eolienne E4 du parc éolien de Saint-Congard



Figure 5 : Eoliennes E3 et E4 du parc éolien de Saint-Congard depuis la plateforme de l'éolienne E1

2 RAPPEL DES ENJEUX IDENTIFIES SUR LE SITE

L'objectif de cette partie est de faire ressortir les espèces à enjeux identifiées lors de l'étude d'impact réalisée par Ouest Am', Pascal Bourdon et AD'Missions, Philippe Lustrat entre 2006 et 2008 et publiée en 2009, ainsi que lors des différents suivis environnementaux post-implantation réalisés en 2018 et 2020, afin de les comparer avec les résultats de ce suivi post-implantation en 2024.

2.1 Zonages d'inventaires et réglementaires

Dans l'aire d'étude rapprochée (6 km autour du parc éolien), 3 zones naturelles d'intérêt ont été recensées :

- 2 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type I (ZNIEFF I),
- 1 Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type II (ZNIEFF II).

Aucune zone Natura 2000 n'est identifiée dans l'aire d'étude rapprochée.

Dans l'aire d'étude éloignée (20 km autour du parc éolien), 17 autres zones naturelles d'intérêt ont été recensées :

- 2 Arrêtés de Protection de Biotope (APB),
- 1 Réserve Naturelle Régionale (RNR),
- 2 zones Natura 2000 inscrites au titre de la Directive Habitats (ZSC, SIC, PSIC),
- 1 Parc Naturel Régional (PNR),
- 11 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type I (ZNIEFF I).

La Carte 2 permet de visualiser ces zones naturelles par rapport au parc éolien de Saint-Congard.

2.2 Etude d'impact initiale réalisée en 2009

2.2.1 Flore et habitats

L'étude de la végétation et des habitats avait été réalisée par le bureau d'étude Ouest Am' en 2008. La zone d'implantation était caractérisée par un complexe de cultures agricoles cultivées de manière intensive, telles que le blé, l'orge, le maïs ou des prairies artificielles, et des zones de bois et landes boisées (pinèdes). Différents types de milieux avaient été identifiés sur et à proximité de la zone d'étude, parmi lesquels :

- Les formations boisées et les landes :
 - Des landes mésophiles à mésohygrophiles à bruyères et ajonc nain « ouvertes » relevant de l'Habitat naturel d'Intérêt Communautaire « **4030-8 Landes atlantiques fraîches méridionales** »,
 - Des landes mésophiles boisées (pinèdes), pouvant se rapprocher de l'Habitat naturel d'Intérêt Communautaire « **4030-7 Landes atlantiques subsèches** »,
 - Des pinèdes et formations boisées mixtes de pins et feuillus,
 - Des formations boisées dominées par les feuillus (y compris haies, bandes boisées, bosquets),
 - Des fourrés arbustifs.
- Les formations herbacées :
 - Des prairies mésophiles et végétations des bermes de voiries,
 - Des prairies humides relevant de l'Habitat naturel d'Intérêt Communautaire « **6410-6 Prés humides et bas-marais acidiphiles atlantiques** ».

2.2.2 Avifaune

Le bureau d'études Pascal Bourdon, études naturalistes a pris en charge l'étude de l'avifaune en 2006. L'avifaune migratrice, hivernante et nicheuse avait été recensée au cours de trois sorties réalisées entre mars et juin 2006. Au total, 32 espèces avaient été répertoriées.

Pendant la période d'hivernage, aucune espèce strictement hivernante n'avait été observée sur site, malgré le fait que les parcelles agricoles pouvaient être favorables au stationnement de Vanneaux huppés et de Pipits farlouses. Lors des sorties printanières, 32 espèces avaient été inventoriées dont l'**Alouette lulu** (*Lullula arborea*) et l'**Engoulevent d'Europe** (*Caprimulgus europaeus*), qui présentent une forte valeur patrimoniale. Le paysage environnant étant favorable au **Busard cendré** (*Circus pygargus*) et au **Busard Saint-Martin** (*Circus cyaneus*), leur présence avait été considérée comme très probable, mais aucun individu de ces espèces n'avait été recensé lors des prospections.

2.2.3 Chiroptères

Le suivi chiroptérologique avait été réalisé par Philippe Lustrat, AD'MISSIONS, sur la base de deux suivis estivaux et deux suivis automnaux au sol. En 2007, ce sont deux espèces de chiroptères qui avaient été répertoriées au sol : le **Grand Murin** (*Myotis myotis*), inventorié seulement en été, et la **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*), qui était l'espèce la plus abondante sur le site, enregistrée en été et à l'automne.

Aucun suivi en altitude n'avait été réalisé lors de l'étude d'impact.

2.2.4 Entomofaune, herpétofaune et mammifères terrestres

Aucun suivi de l'entomofaune, de l'herpétofaune et des mammifères terrestres n'avait été réalisé lors de l'étude d'impact.

2.3 Suivi environnemental post-implantation réalisé en 2018

2.3.1 Suivi de l'avifaune

Un inventaire des oiseaux hivernants et nicheurs avait été réalisé par le bureau d'études Barussaud Expertise Territoriale (B.E.T.) lors de deux sorties hivernales et quatre sorties printanières.

En période hivernale, 29 espèces d'oiseaux avaient été observées sur l'ensemble du parc éolien de Saint-Congard, dont 20 espèces recensées à proximité immédiate des éoliennes (<100 m). Les espèces à forts enjeux patrimoniaux étaient : l'**Alouette des champs** (*Alauda arvensis*), le **Goéland argenté** (*Larus argentatus*), le **Pipit farlouse** (*Anthus pratensis*) et le **Verdier d'Europe** (*Chloris chloris*).

En période de nidification, 36 espèces d'oiseaux avaient été observées sur l'ensemble du parc éolien de Saint-Congard, avec une diversité spécifique moyenne de 12,4 espèces/IPA. Les espèces à forts enjeux patrimoniaux étaient : le **Bruant jaune** (*Emberiza citrinella*), le **Chardonneret élégant** (*Carduelis carduelis*), la **Linotte mélodieuse** (*Carduelis cannabina*), la **Tourterelle des bois** (*Streptopelia turtur*) et le **Verdier d'Europe** (*Chloris chloris*).

2.3.2 Suivi acoustique des chiroptères en altitude

Le suivi acoustique des chiroptères avait été effectué par le bureau d'étude Sens Of Life grâce à deux enregistreurs ultrasonores TrackBat mis en place de mars à fin octobre 2018 en nacelle des éoliennes E1 et E2. Au cours de cette étude, six espèces de chiroptères avaient été identifiées en altitude :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représentait 46% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représentait 20% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Natusius** (*Pipistrellus nathusii*) représentait 18% des contacts ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représentait 6% des contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représentait 4% des contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représentait 3% des contacts ;
- Le groupe des Sérotules indéterminées (Noctules et Sérotines) représentait 4% des contacts.

En 2018, environ 90% de l'activité chiroptérologique avait été caractérisée par les paramètres suivants :

- Entre le 26 avril et le 20 septembre,
- Entre 20h00 et 05h00,
- Pour des vitesses de vent inférieures à 6 m.s^{-1} ,
- Pour des températures comprises entre 12°C et 30°C .

2.3.3 Suivi acoustique des chiroptères au sol

Entre juillet 2017 et avril 2018, six inventaires par écoute ultrasonore avaient été réalisés par l'association Amikiro. Ces inventaires combinaient des écoutes passives et actives au sol sur onze points d'écoute différents. Ainsi, 1 699 contacts de chiroptères avaient été détectés lors des écoutes actives et 3 833 contacts lors des écoutes passives. L'activité chiroptérologique avait estimée comme étant forte à très forte.

Au cours de cette étude, onze espèces de chiroptères avaient été identifiées au sol :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représentait 70% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représentait 14% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Natusius** (*Pipistrellus nathusii*) représentait 11% des contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représentait 3% des contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*), la **Barbastelle d'Europe** (*Barbastella barbastellus*), l'**Oreillard gris** (*Plecotus austriacus*), le **Murin de Bechstein** (*Myotis bechsteinii*), le **Murin de Daubenton** (*Myotis daubentonii*), le **Murin de Natterer** (*Myotis nattereri*) et le **Petit Rhinolophe** (*Rhinolophus hipposideros*) représentaient les 2% restants.

2.3.4 Suivi de la mortalité au sol

Le suivi de mortalité au sol avait été réalisé par le bureau d'études Barussaud Expertise Territoriale (B.E.T.) selon le protocole de suivi environnemental de 2015 alors en vigueur au démarrage de l'étude. Le suivi avait eu lieu entre mi-août 2017 et mi-juillet 2018, soit vingt-quatre suivis répartis en six sessions de quatre sorties réalisées à trois jours d'intervalle. Plus précisément en août et septembre 2017, avril et mai 2018 puis en juin et juillet 2018. Sur l'ensemble du suivi de mortalité au sol, un cadavre d'oiseau et trois cadavres de chiroptères avaient été retrouvés :

- Une **Buse variable** (*Buteo buteo*),
- Une **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*),
- Une **Pipistrelle de Natusius** (*Pipistrellus nathusii*),
- Une Pipistrelle non identifiée.

La mortalité réelle estimée variait entre 3 et 7,6 oiseaux tués par mois sur l'ensemble du parc éolien et entre 3,5 et 12 chauves-souris tuées par mois sur le parc éolien de Saint-Congard.

2.4 Suivi de la mortalité réalisé en 2020

Le suivi de mortalité au sol avait été réalisé par l'association Amikiro. Entre fin mai et fin octobre 2020, vingt-trois suivis de la mortalité au sol avaient été effectués, au cours desquels deux cadavres de chiroptères avaient été retrouvés : deux **Pipistrelles communes** (*Pipistrellus pipistrellus*).

La mortalité réelle estimée variait entre 2,83 et 6,05 cadavres par mois sur l'ensemble du parc éolien de Saint-Congard. Il avait préconisé de poursuivre le bridage dynamique du parc via le système ProBat®, jugé efficace.

Espèce	Présence de l'espèce lors de l'étude d'impact	Cas de mortalité recensés en 2018	Cas de mortalité recensés en 2020
Avifaune			
Buse variable (<i>Buteo buteo</i>)	Oui	1	-
Chiroptérofaune			
Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Oui	-	2
Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	Non	1	-
Pipistrelle de Natusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	Non	1	-
Pipistrelle indéterminée (<i>Pipistrellus sp.</i>)	-	1	-
Total des cadavres retrouvés		4	2

Tableau 3 : Synthèse des cas de mortalités lors des suivis de 2018 et 2020 et de la présence de ces espèces lors de l'étude d'impact de 2009

2.5 Suivi acoustique des chiroptères réalisé en 2022

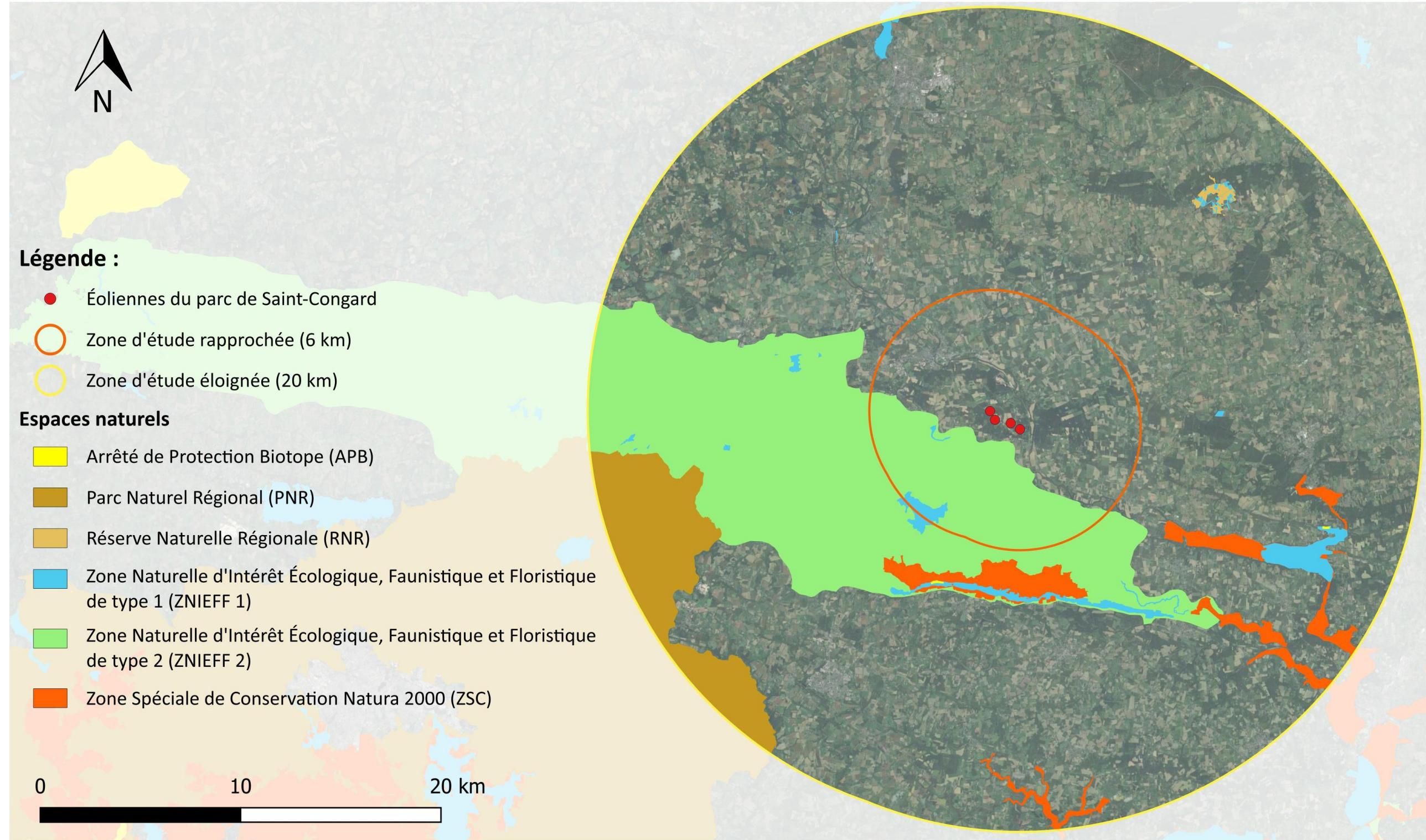
Le suivi acoustique des chiroptères avait été effectué par le bureau d'études Sens Of Life grâce à deux enregistreurs ultrasonores TrackBat mis en place d'avril à fin octobre 2022 en nacelle des éoliennes E1 et E3. Au cours de cette étude, six espèces de chiroptères avaient été identifiées en altitude :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représentait entre 74,3 et 75% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Natusius** (*Pipistrellus nathusii*) représentait entre 13,7 et 14,9% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représentait entre 2,4 % et 2,9% des contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représentait entre 0,6% et 4,4% des contacts ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représentait entre 1% et 2,3% des contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représentait entre 0,1% et 0,3% des contacts ;
- Le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Natusius représentait entre 2,7% et 4,8% des contacts ;
- Le groupe des Sérotules indéterminées (Noctules et Sérotines) représentait entre 0,2% et 0,4% des contacts.

En 2020, environ 90% de l'activité chiroptérologique avait été caractérisée par les paramètres suivants :

- Entre le 15 juin et 23 octobre pour E1 et entre le 22 juin et le 22 octobre pour E3,
- Entre 21h40 et 07h30 pour E1 et entre 21h10 et 05h30 pour E3,
- Pour des vitesses de vent inférieures à $8,5 \text{ m.s}^{-1}$ pour E1 et inférieures à $7,0 \text{ m.s}^{-1}$ pour E3,
- Pour des températures supérieures à 10°C pour les deux éoliennes.

Espaces naturels recensés dans un périmètre de 20 km Parc éolien de Saint-Congard Morbihan (56), Bretagne



Sens Of Life 2024. Fond de carte : Google satellite.

Carte 2 : Zones naturelles d'intérêt recensées dans un rayon de 20 kilomètres autour du parc éolien de Saint-Congard (56).

3 SUIVI DE LA MORTALITE AU SOL

Cette étude a été réalisée dans le but de caractériser la mortalité induite par le fonctionnement des éoliennes étudiées sur les chiroptères et les oiseaux et d'évaluer ainsi l'impact du parc éolien de Saint-Congard sur ces deux taxons, mais également de vérifier l'efficacité de la mesure de réduction d'impact mise en place depuis 2020, consistant en un bridage dynamique nocturne ProBat® de l'ensemble des éoliennes afin de préserver les populations de chiroptères selon les paramètres suivants :

- Du 1^{er} avril au 31 octobre,
- Du coucher au lever du soleil.

3.1 Protocole

Le suivi de la mortalité est conforme au protocole ministériel publié en 2018. Il s'est déroulé sur 24 prospections, réparties entre les semaines 20 et 43 (mi-mai à fin octobre).

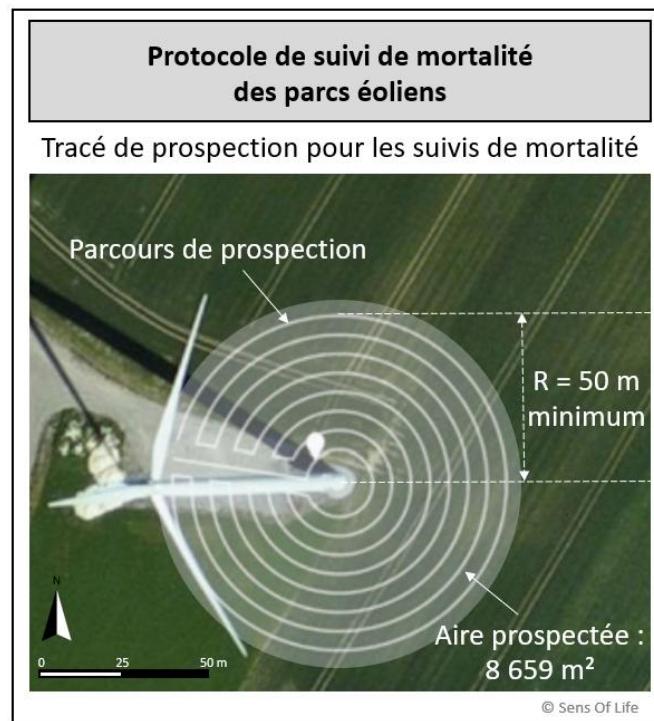


Figure 6 : Représentation du trajet de prospection réalisé pour la recherche de cadavres sous une éolienne.

Ce protocole consiste à prospector la surface sous l'éolienne en se guidant à l'aide d'une corde qui est raccourcie à chaque retour sur la piste d'accès à l'éolienne. Au premier passage, toute la longueur de la corde fixée à l'éolienne est déroulée (60 mètres, soit 14 mètres de plus que la longueur des pales). L'observateur part de la plateforme en parcourant un cercle autour de l'éolienne et en recherchant les cadavres d'oiseaux et de chauves-souris de chaque côté de son passage (2,5 mètres de chaque côté). De retour sur la piste d'accès, 5 mètres de corde sont rembobinés et l'observateur décrit, en sens inverse, un autre cercle autour de l'éolienne. L'opération est répétée jusqu'à ce que l'observateur se trouve au pied de l'éolienne. Ainsi, pour chaque éolienne, l'observateur parcourt 12 cercles (60, 55, 50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10 et 5 mètres) soit 2 450 mètres de transect, à une vitesse approximative de 3 km/h (Figure 6). L'opération nécessite 50 minutes de parcours, auxquelles s'ajoutent 10 minutes de relevés de cadavres. La surface prospectée maximale est de 12 272 m² ($S = \pi \cdot R^2$, avec $R = 62,5$ mètres, dont 60 mètres de corde et 2,5 mètres de prospection).

Le nombre de cadavres retrouvés sous les éoliennes est directement lié au nombre de prospections réalisées (Marx, 2017) et leur détectabilité dépend de :

- La nature des individus (taille et poids) ;
- Du protocole de recherche implémenté, avec une détectabilité maximale avec des prospections au-delà de 50 mètres de rayon ;
- De la visibilité du terrain prospecté (couverture végétale, relief...) ;
- De la durée des suivis (moyenne de 25 semaines/an en France) ;
- De la fréquence de prospection (taux de prédation des cadavres) ;
- De la longueur des pales (cadavres au-delà du rayon de recherche).

Les conditions météorologiques observées lors des suivis de mortalité sur le parc de Saint-Congard pouvant influencer la détectabilité ont été détaillées dans le tableau suivant :

N° de suivi	Date du suivi	Météo	Température (°C)	Vitesse du vent (km/h)	Pluie	Intervenant(e)
1	14/05/2024	Averses	15°C	31	Oui	T. Bourhis
2	23/05/2024	Nuageux	18°C	18	Non	T. Bourhis
3	28/05/2024	Pluvieux	16°C	25	Oui	T. Bourhis
4	04/06/2024	Nuageux	17°C	10	Non	T. Bourhis
5	10/06/2024	Nuageux	17°C	17	Non	T. Bourhis
6	18/06/2024	Nuageux	19°C	14	Oui	T. Bourhis
7	27/06/2024	Ensoleillé	22°C	8	Non	T. Bourhis
8	04/07/2024	Ensoleillé	19°C	15	Non	T. Bourhis
9	11/07/2024	Nuageux	19°C	12	Non	T. Bourhis
10	18/07/2024	Ensoleillé	24°C	7	Non	T. Bourhis
11	22/07/2024	Pluvieux	20°C	20	Oui	T. Bourhis
12	31/07/2024	Ensoleillé	25°C	4	Non	T. Bourhis
13	07/08/2024	Ensoleillé	22°C	16	Non	T. Bourhis
14	12/08/2024	Nuageux	32°C	16	Non	T. Bourhis
15	19/08/2024	Nuageux	20°C	12	Non	T. Bourhis
16	27/08/2024	Ensoleillé	23°C	11	Non	T. Bourhis
17	04/09/2024	Nuageux	18°C	10	Non	T. Bourhis
18	10/09/2024	Nuageux	17°C	22	Non	T. Bourhis
19	17/09/2024	Ensoleillé	19°C	27	Non	T. Bourhis
20	23/09/2024	Nuageux	18°C	17	Non	T. Bourhis
21	01/10/2024	Nuageux	16°C	10	Non	T. Bourhis
22	07/10/2024	Nuageux - Pluvieux	16°C	22	Oui	T. Bourhis
23	17/10/2024	Nuageux	16°C	10	Non	T. Bourhis
24	25/10/2024	Nuageux	13°C	20	Non	T. Bourhis

Tableau 4 : Conditions météorologiques observées lors des suivis de mortalité sur le parc éolien de Saint-Congard entre mai et octobre 2024.

Les cadavres ont été systématiquement retirés du site, que l'identification sur place soit possible ou non. L'identification des chauves-souris a été réalisée par analyse morphologique de la dentition des cadavres, après qu'ils ont été conservés congelés (Figure 7). L'ouvrage d'Arthur & Lemaire, 2009 a été utilisé comme référence.

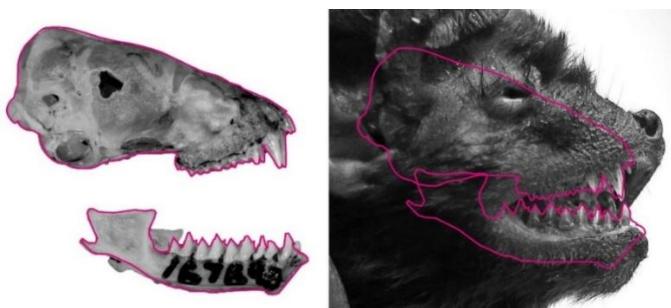


Figure 7 : Comparaison de la dentition pour identification de la Noctule de Leisler.

L'identification des oiseaux a été réalisée à partir du plumage, de la taille du squelette et de la forme des pattes et du bec, en se référant aux ouvrages de Svensson *et al.* (2015), de Cieślak et Dul (2006) et aux sites Internet :

- <https://www.skullsite.com/>
- <https://sketchfab.com/laboratorinatura/collections/aves?cursor=48>
- <https://www.featherbase.info/fr/home>

Date	Espèce	Nom latin	Type	LR France	LR Région	Sexe	Age	Latitude	Longitude	Eolienne	Distance au mât	Orientation par rapport au mât	Etat du cadavre
28/05/2024	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Chiroptère	NT	LC	Femelle	Adulte	47.779492	-2.329177	E3	42 m	Est (071°)	Frais
18/06/2024	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Chiroptère	NT	LC	Femelle	Adulte	47.780561	-2.340718	E2	42 m	Sud-Ouest (225°)	Frais
04/07/2024	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Chiroptère	LC	LC	Mâle	Adulte	47.780701	-2.340087	E2	20 m	Sud-Est (127°)	Avancé
04/07/2024	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Chiroptère	NT	LC	-	Adulte	47.780933	-2.340059	E2	18 m	Nord-Est (056°)	Sec
12/08/2024	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Chiroptère	VU	NT	Mâle	Adulte	47.778945	-2.329751	E3	43 m	S (189°)	Frais

Tableau 5 : Liste des oiseaux et des chauves-souris retrouvés lors des suivis de mortalité effectués en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard.

Statut de conservation national des cadavres de chiroptères retrouvés lors du suivi de la mortalité effectué en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard

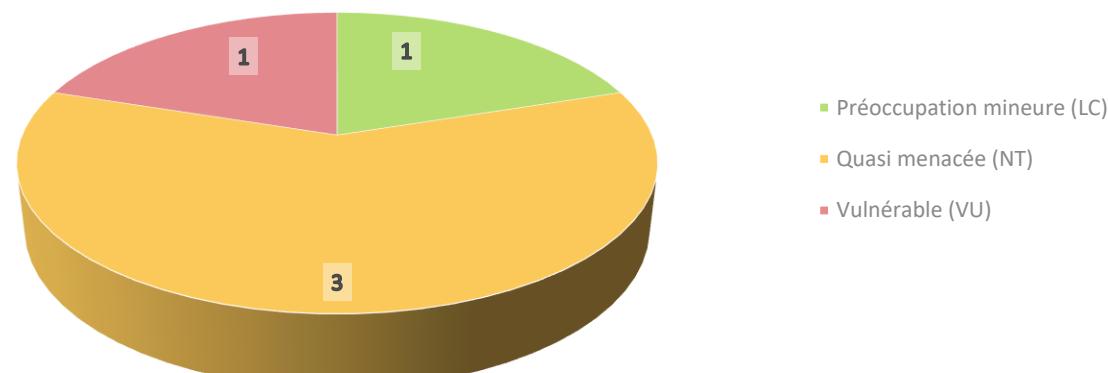
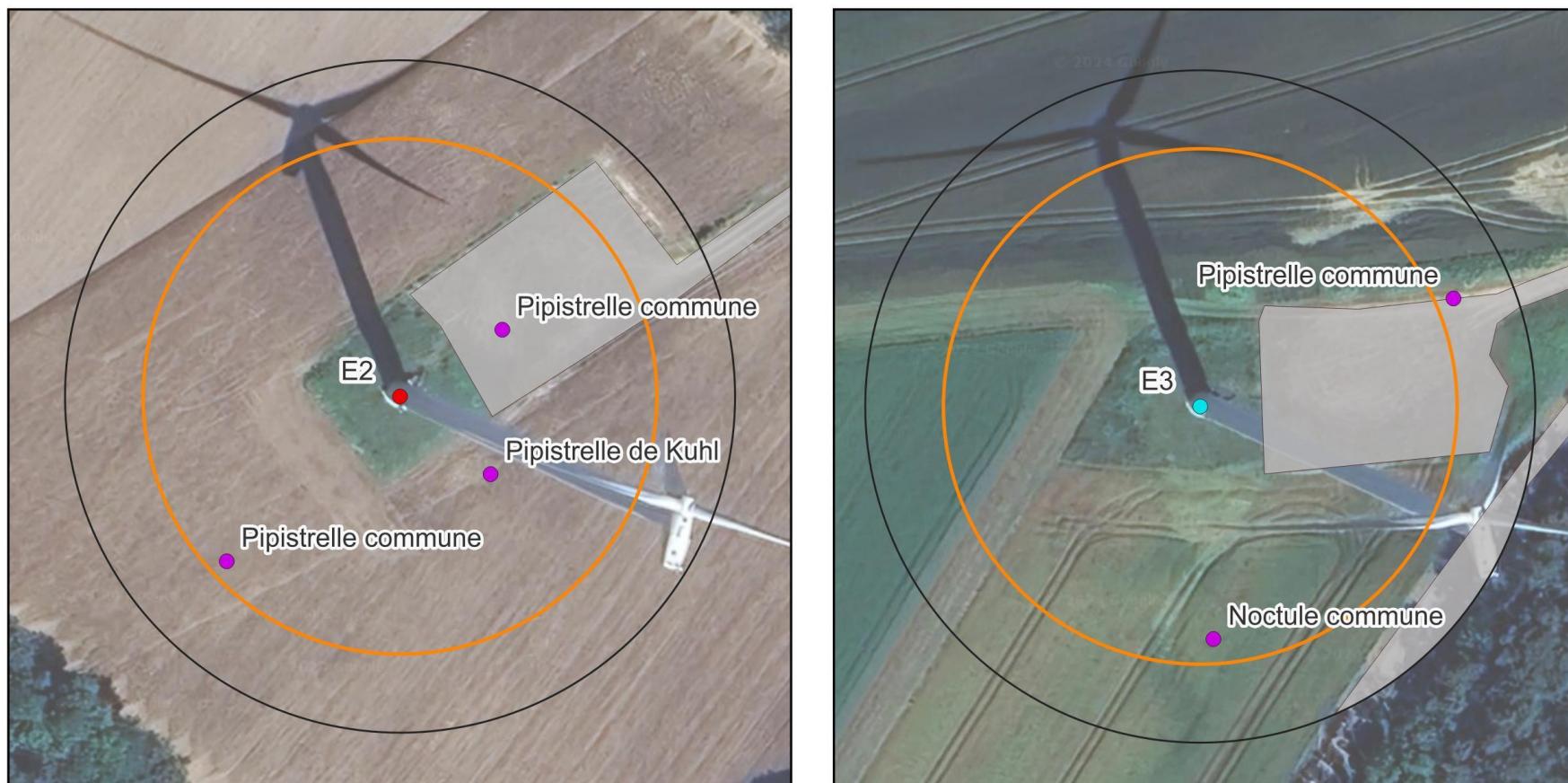


Figure 8 : Statut de conservation national des cadavres de chiroptères retrouvés lors du suivi de la mortalité effectué en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard.



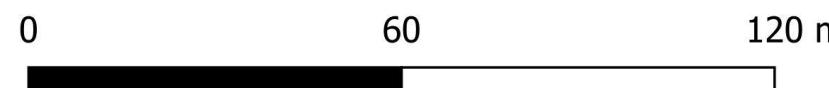
**Localisation des cadavres retrouvés en 2024 sous les éoliennes
Parc éolien de Saint-Congard
Morbihan (56), Bretagne**



Légende :

- E2 N° d'éolienne
- Éolienne sans TrackBat
- Éolienne avec TrackBat
- Aire de survol des pales (46 m)
- Zone de prospection (60 m)
- Plateforme et voies d'accès
- Cadavre de chiroptère

*Aucun cadavre n'a été découvert sous les éoliennes qui ne figurent pas sur cette carte.

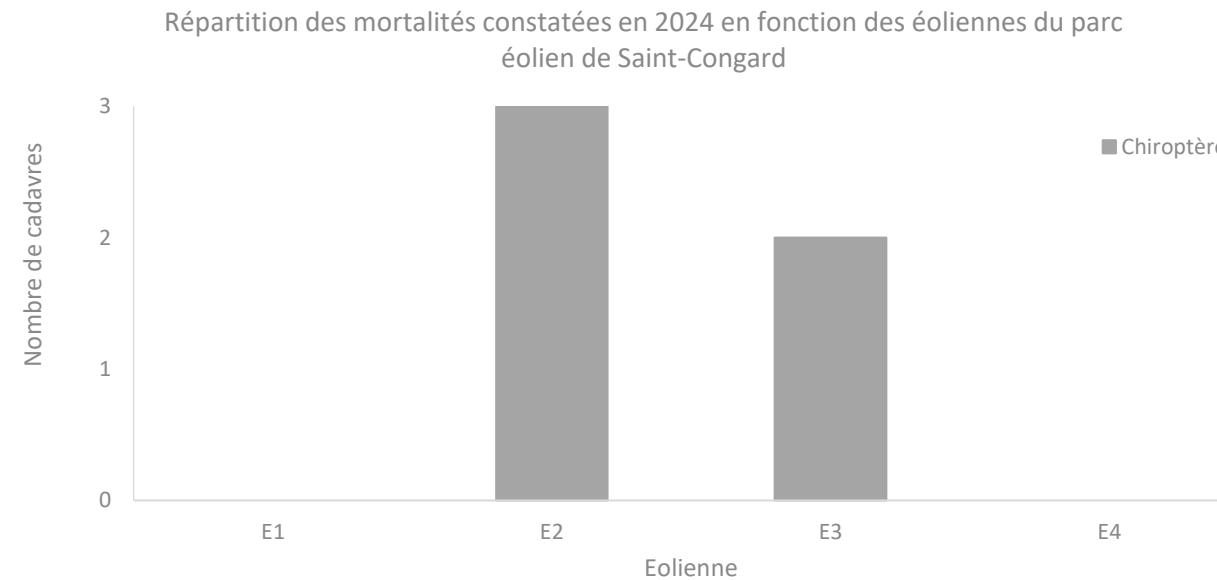


Sens Of Life 2024. Fond de carte : Google satellite.

Carte 3 : Localisation des cadavres trouvés sous les éoliennes du parc éolien de Saint-Congard, entre mai et octobre 2024.

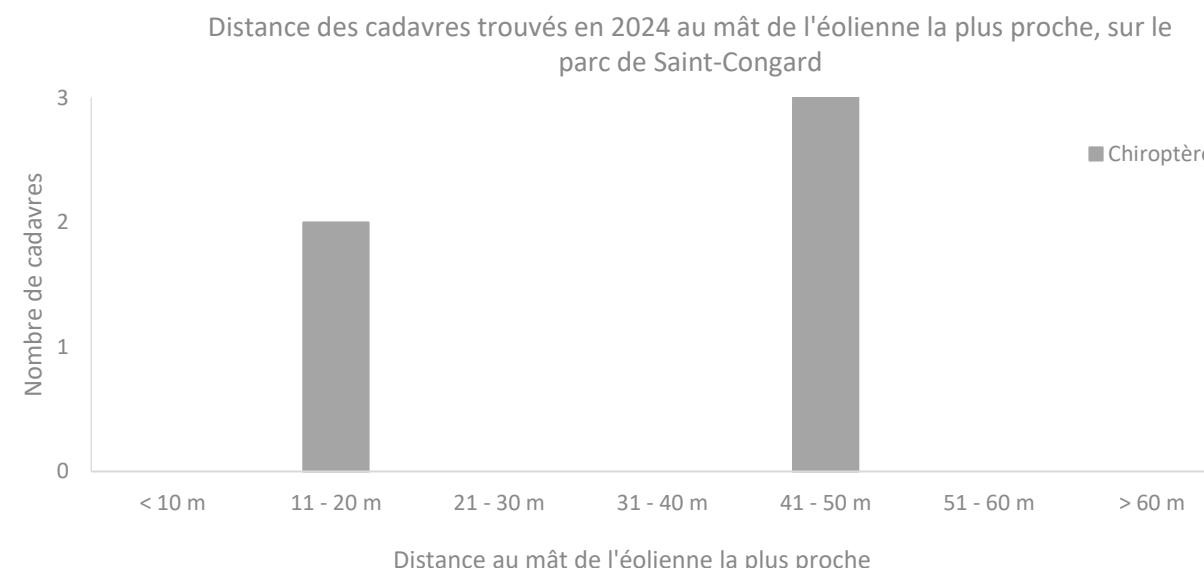
3.2.1 Description spatiale des mortalités sur le parc éolien

Le Graphique 1 permet d'analyser la répartition géographique des cadavres retrouvés sur l'ensemble du parc éolien de Saint-Congard. Trois chiroptères ont été retrouvés sous l'éolienne E2 et deux chiroptères sous l'éolienne E3. Aucune mortalité n'a été relevée sous les éoliennes E1 et E4.



Graphique 1 : Répartition des cadavres retrouvés en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard en fonction de l'éolienne.

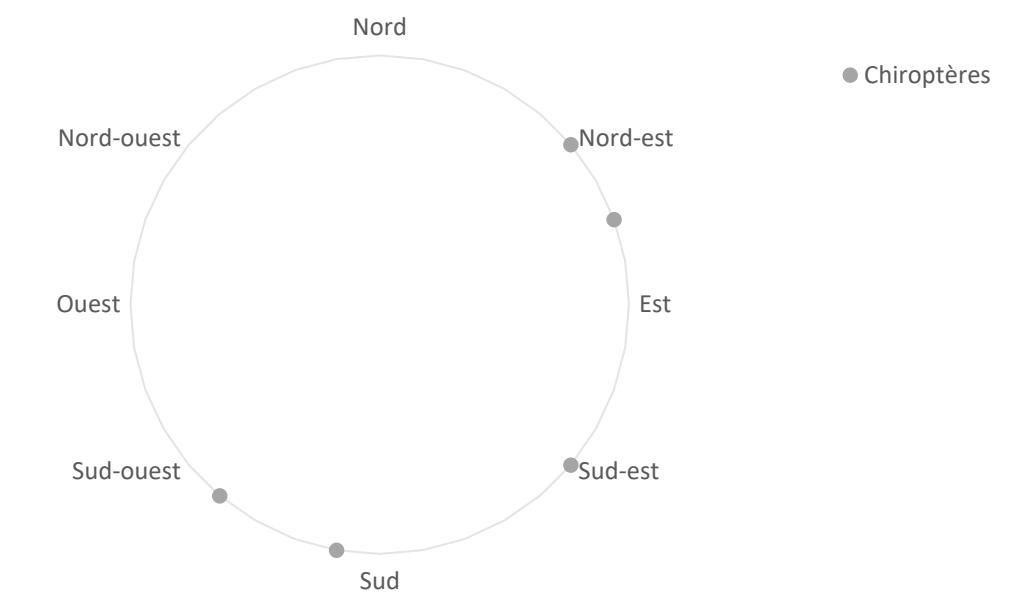
En ce qui concerne la distance des cadavres au mât de l'éolienne (Graphique 2), deux chiroptères ont été retrouvés entre 11 et 20 mètres du mât des éoliennes, et trois chiroptères entre 41 et 50 mètres d'un mât. Dans notre cas, il ne semble pas y avoir une corrélation positive entre la taille des espèces et la distance au mât. A noter que l'ensemble des cadavres ont été retrouvés à proximité immédiate ou dans l'aire de survol des pales d'un rayon de 46 mètres.



Graphique 2 : Répartition des cadavres retrouvés en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard en fonction de la distance au mât de l'éolienne la plus proche.

Enfin, la répartition des cadavres a été analysée en fonction de leur orientation par rapport au mât de l'éolienne la plus proche (Graphique 3). Les chiroptères se répartissent du sud-ouest au nord-est des mât et de manière plutôt aléatoire.

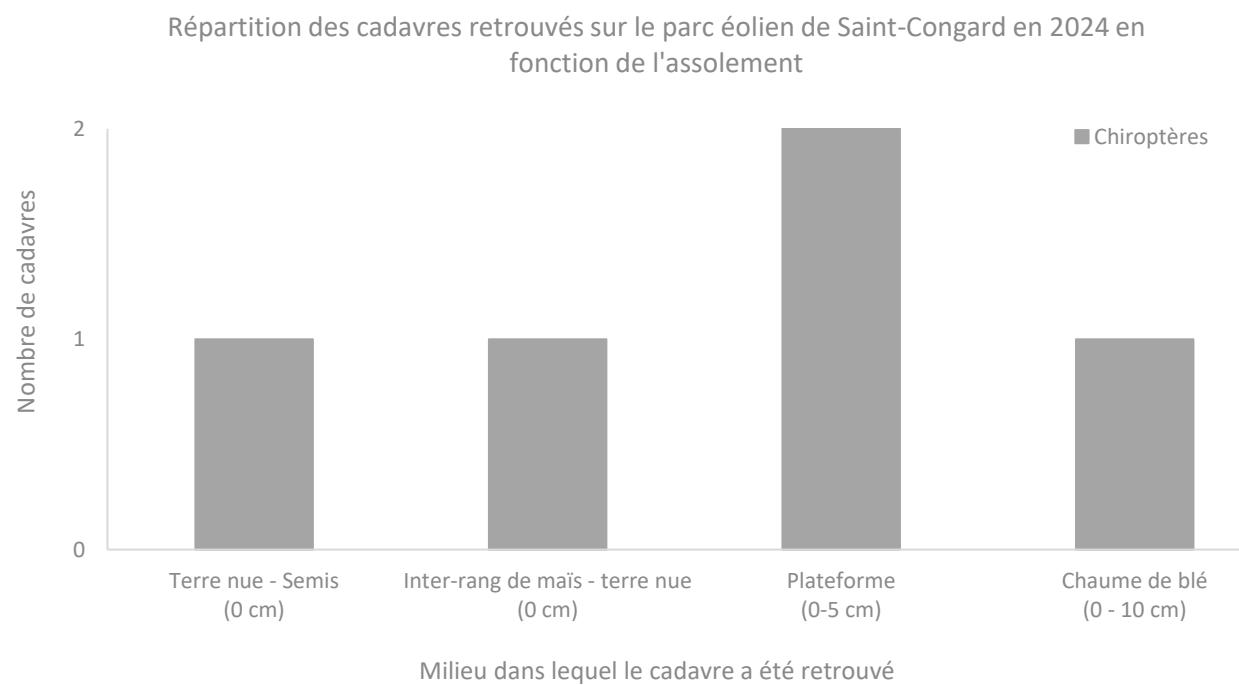
Répartition des cadavres en fonction de l'orientation par rapport au mât, sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024



Graphique 3 : Répartition des cadavres retrouvés en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard en fonction de leur orientation par rapport au mât le plus proche.

3.2.2 Description des mortalités en fonction du milieu sur le parc éolien

Les végétations/cultures dont la hauteur ou la densité est élevée ne permettent pas de prospecter efficacement. Par conséquent, les hauteurs de végétation/cultures sur lesquelles sont trouvés les cadavres sont logiquement plutôt faibles. Sur le parc éolien de Saint-Congard, cela se confirme puisque la totalité des cadavres de chiroptères ont été retrouvés sur ce type d'assoulement de faible hauteur de végétation, avec un pic de deux cadavres au niveau des plateformes, indiquant plutôt une plus grande facilité à trouver les cadavres sur ce type d'assoulements qu'une réelle attractivité de ceux-ci (Graphique 4).



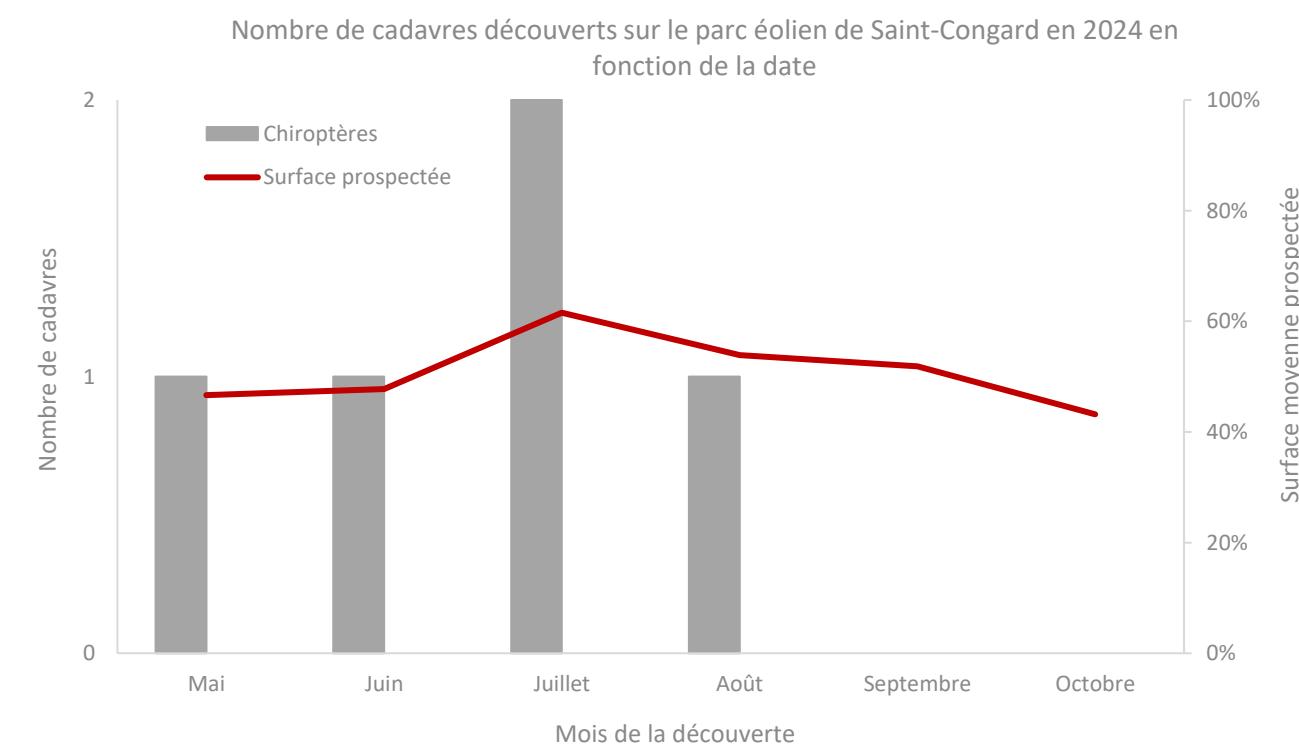
Graphique 4 : Répartition des cadavres en fonction de l'assoulement et de sa hauteur, sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024.

Les boisements et haies arborées sont particulièrement favorables à l'activité des oiseaux et chiroptères. Sur le parc éolien de Saint-Congard, se trouvant dans un contexte bocager dense, l'ensemble des éoliennes se situent à moins de 100 mètres de boisements. Cette proximité des rotors avec les strates arborées pourrait expliquer en partie les cas de mortalités de chauves-souris en 2024 sur le parc de Saint-Congard.

3.2.3 Description temporelle des mortalités sur le parc éolien

Le Graphique 5 permet d'analyser la mortalité constatée sur le parc éolien Saint-Congard en fonction de la période biologique. Un chiroptère a été retrouvé en mai, puis un chiroptère en juin, correspondant aux périodes de parturition et de nidification. En juillet, le pic de mortalité a été atteint avec deux chiroptères (en parturition), correspondant également à une surface moyenne prospectée sous les éoliennes légèrement plus élevée. Enfin, un chiroptère a été retrouvé en août, en début de période de migration automnale.

Les mortalités et les surfaces prospectés sont relativement constantes durant les quatre premiers mois de suivi, ne permettant pas de démontrer un lien entre ces facteurs. En réaction à ces cas de mortalités, une mise à jour des paramètres de déclenchement du système ProBat® a eu lieu le 20/08/2024 renforçant la sensibilité du seuil de déclenchement des arrêts des pales ainsi que la mise en place des arrêts critiques, correspondant à des arrêts sur seul critère d'une activité forte, indépendamment des critères météorologiques. Suite à cette mise à jour, aucun cadavre de chiroptère n'a été retrouvé sous les éoliennes durant les deux mois et demi de prospection restants, la surface prospectable étant restée plus ou moins stable autour des 50%.



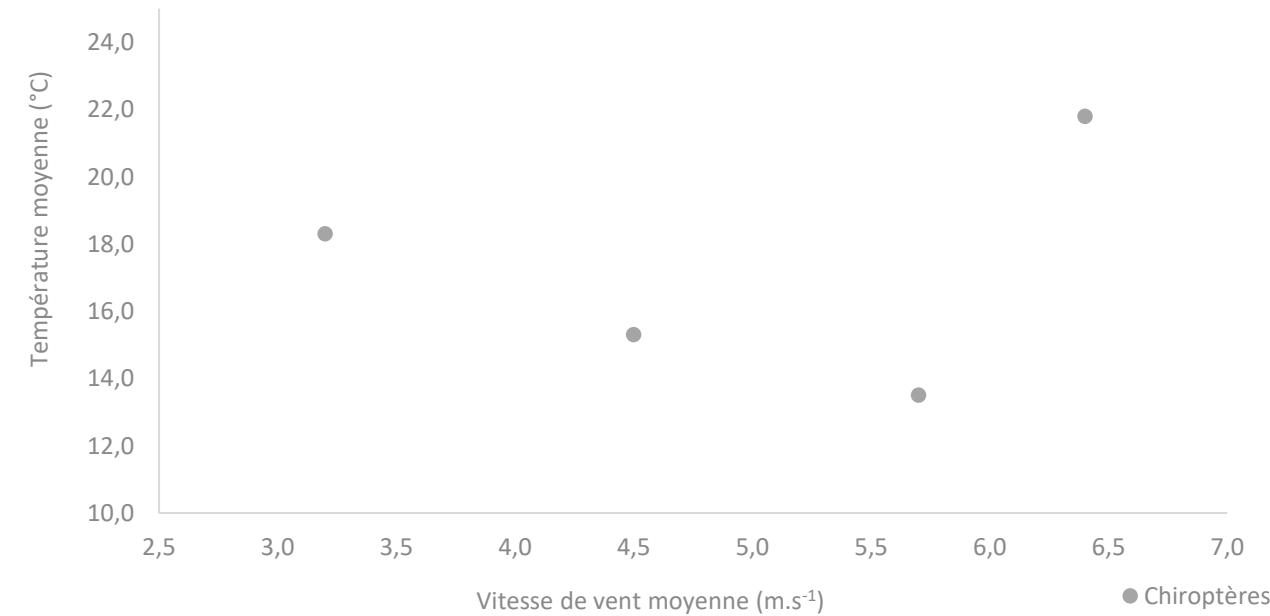
Graphique 5 : Répartition des cadavres retrouvés en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard en fonction de la date.

3.2.4 Contexte météorologique des mortalités sur le parc éolien

Les données météorologiques récoltées sur le parc éolien de Saint-Congard permettent d'analyser les conditions de vent et de température pouvant expliquer les mortalités constatées en 2024. Une fois la date de la mortalité estimée en fonction de l'avancement de la décomposition du cadavre, les moyennes de vitesses de vent et de températures ont été calculées sur les trois nuits entourant cette date estimée, de 21h00 à 07h00 pour les mortalités de chiroptères. Si la date de la mortalité est certaine (cadavre très frais ou mortalité observée en direct), ce sont les conditions météorologiques de cette nuit seule qui ont été recueillies.

Les données concernant les précipitations n'ont pas été recueillies, toutefois, l'absence de précipitation combinée à de faibles vitesses de vent et des températures plutôt hautes pourrait expliquer une activité importante des chiroptères et ainsi accroître leur risque de mortalité. A l'inverse, de fortes précipitations ou de fortes rafales de vent pourraient diminuer la visibilité des oiseaux au cours de leur déplacement et également augmenter le risque de mortalité.

Conditions météorologiques caractérisant les mortalités constatées sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024



Graphique 6 : Conditions météorologiques caractérisant les mortalités constatées en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard.

En ce qui concerne les nuits entourant les dates estimées des mortalités des chiroptères, les conditions météorologiques sont caractérisées par des vitesses de vent moyennes comprises entre 3,2 et 6,4 $m.s^{-1}$ et des températures moyennes comprises entre 13,5°C et 21,8°C (Tableau 6), correspondant à des températures plutôt hautes et un vent relativement faible, qui sont les conditions météorologiques les plus favorables à l'activité chiroptérologique. Les rafales de vent pouvant aller jusqu'à 8,4 $m.s^{-1}$ pourraient expliquer certaines mortalités.

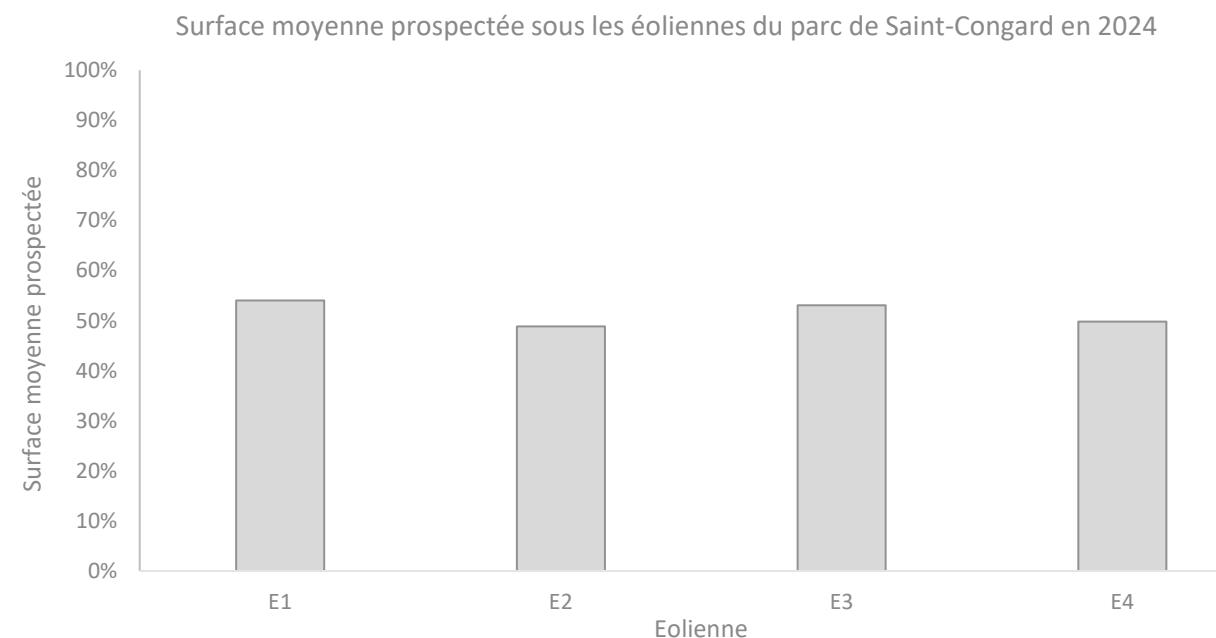
Espèce	Date à laquelle la mortalité a été constatée	Date estimée de la mortalité	Vitesse moyenne du vent la nuit ($m.s^{-1}$)	Vitesse maximale du vent la nuit ($m.s^{-1}$)	Moyenne des températures la nuit ($^{\circ}C$)
Pipistrelle commune	28/05/2024	Nuit du 26 au 27/05 ou du 27 au 28/05/2024	5,7	8,4	13,5
Pipistrelle commune	18/06/2024	Nuit du 17 au 18/06/2024	3,2	4,9	18,3
Pipistrelle de Kuhl	04/07/2024	Nuit du 1 ^{er} au 02/07/2024	4,5	6,4	15,3
Pipistrelle commune	04/07/2024	Indéterminée ≥ 7 jours	-	-	-
Noctule commune	12/08/2024	Nuit du 10 au 11/08/2024	6,4	8,1	21,8

Tableau 6 : Caractéristiques météorologiques des trois nuits (ou l'unique nuit) précédant les mortalités de chiroptères constatées sur le parc de Saint-Congard entre mai et octobre 2024.

Ces données doivent être interprétées avec précaution car les dates estimées des mortalités sont souvent imprécises. Ces conclusions ne doivent en aucun cas servir à l'élaboration d'éventuelles mesures de réduction d'impact.

3.3 Occupation du sol et surface prospectée

La couverture végétale au moment des recherches de cadavres, ainsi que la surface réellement prospectée, sont relevées à chaque passage. Cette surface réellement prospectée peut en effet être inférieure à la surface théorique maximale, à cause des obstacles comme des haies, des grillages... ou par un souci de préserver l'intégralité des cultures en place. Dans la mesure du possible, les dates des suivis sont programmées lorsque la plupart des cultures ont déjà été moissonnées. La Carte 4 montre un aperçu des zones maximales prospectables au sein des surfaces délimitées pour la recherche de cadavres sur le parc éolien.



Graphique 7 : Surface moyenne prospectée sous chaque éolienne du parc éolien de Saint-Congard entre mai et octobre 2024.

Jusqu'à début juillet, certaines cultures étaient trop hautes pour être prospectées avec efficacité et sans être abîmées donc certaines surfaces n'ont pas pu être prospectées entièrement. A partir du mois d'août, les éoliennes E2 et E4, présentant des surfaces de maïs, n'étaient plus prospectables de façon optimale. A l'inverse, les éoliennes E1 et E3, présentant des surfaces de prairies de fauche, de trèfle cultivé et d'orge, présentaient de plus grandes surfaces prospectables suite aux fauches respectives.

La couverture végétale sous les éoliennes de Saint-Congard étant très variable, la surface moyenne prospectée a été calculée sur l'année de recherche pour estimer ce biais (Tableau 7). Les éoliennes ont été prospectées entre 49% (éolienne E2 sous laquelle était cultivé du maïs) et 54% (éolienne E1 sous laquelle était présente une prairie), soit en moyenne 51,4% sur l'ensemble du suivi de mortalité du parc éolien de Saint-Congard.

D'après le retour d'expérience de Sens Of Life, ce biais est considéré comme fort si la surface prospectée moyenne est inférieure à 50%, modéré si elle est comprise entre 50% et 70%, et faible si elle est supérieure à 70%. Sur le parc éolien de Saint-Congard, le biais de surface prospectée est donc considéré comme modéré.

Pour le calcul du coefficient de correction surfacique A, Arnett *et al.* proposent en 2005 de considérer le nombre de cadavres découverts dans chaque cercle concentrique espacé de 10 mètres prospecté autour de l'éolienne et la surface réellement prospectée de chacun de ces cercles. La LPO Drôme a ensuite simplifié cette formule en 2010 en éliminant la variabilité de la détectabilité des cadavres par cercle concentrique.

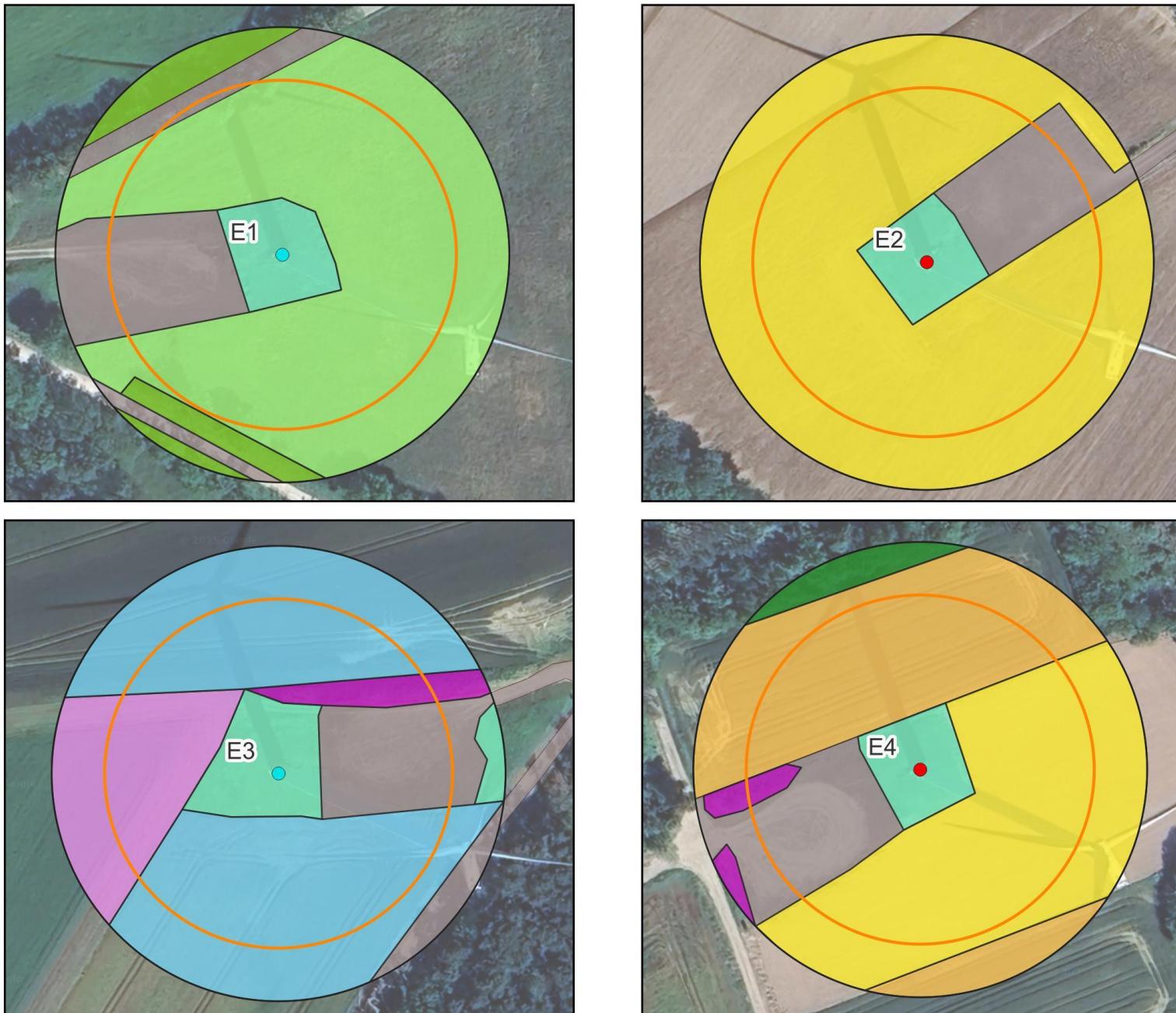
$$\text{La formule utilisée dans ce rapport est donc la suivante : } A = \frac{\sum_{x=1}^6 C_x / S_x}{\sum_{x=1}^6 C_x}$$

avec C_x le nombre de cadavres recensés dans le cercle concentrique x ,
 S_x la proportion de surface réellement prospectée du cercle concentrique x .

Eolienne et assolement		E1		E2		E3		E4		
Date de prospection	Total cadavres	Prairie	Cadavres retrouvés	Maïs	Cadavres retrouvés	Orge / Trèfle	Cadavres retrouvés	Blé / Maïs	Cadavres retrouvés	
14/05/2024	-	18%	-	95%	-	30%	-	53%	-	
23/05/2024	-	18%	-	95%	-	20%	-	53%	-	
28/05/2024	1	18%	-	95%	-	20%	1	45%	-	
04/06/2024	-	18%	-	95%	-	25%	-	53%	-	
10/06/2024	-	18%	-	95%	-	25%	-	53%	-	
18/06/2024	1	18%	-	95%	1	25%	-	53%	-	
27/06/2024	-	18%	-	95%	-	25%	-	53%	-	
04/07/2024	2	87%	-	95%	2	14%	-	53%	-	
11/07/2024	-	87%	-	85%	-	50%	-	53%	-	
18/07/2024	-	87%	-	80%	-	55%	-	50%	-	
22/07/2024	-	60%	-	70%	-	60%	-	35%	-	
31/07/2024	-	50%	-	45%	-	80%	-	35%	-	
07/08/2024	-	25%	-	11%	-	80%	-	50%	-	
12/08/2024	1	87%	-	11%	-	80%	1	50%	-	
19/08/2024	-	87%	-	11%	-	85%	-	50%	-	
27/08/2024	-	87%	-	11%	-	87%	-	50%	-	
04/09/2024	-	87%	-	11%	-	68%	-	50%	-	
10/09/2024	-	87%	-	11%	-	68%	-	50%	-	
17/09/2024	-	80%	-	11%	-	68%	-	50%	-	
23/09/2024	-	60%	-	11%	-	68%	-	50%	-	
01/10/2024	-	50%	-	11%	-	74%	-	50%	-	
07/10/2024	-	50%	-	11%	-	77%	-	52%	-	
17/10/2024	-	50%	-	11%	-	50%	-	52%	-	
25/10/2024	-	50%	-	11%	-	40%	-	52%	-	
Somme des cadavres / Surface moyenne prospectée		5	54,0%	0	48,8%	3	53,1%	2	49,8%	0
Coefficient A		1,85		2,05		1,88		2,01		

Tableau 7 : Couvert végétal et surface prospectée pour chaque éolienne du parc éolien de Saint-Congard en 2024.

Surfaces prospectées sous les éoliennes
Parc éolien de Saint-Congard
Morbihan (56), Bretagne

**Légende :**

- E1 N° d'éolienne
- Éolienne sans TrackBat
- Éolienne avec TrackBat
- Aire de survol des pales (46 m)
- Zone de prospection (60 m)

Assolements

- Culture de blé
- Culture de maïs
- Culture d'orge
- Culture de trèfle
- Boisements
- Haie arborée
- Prairie
- Friche herbacée
- Roncier
- Plateforme et voies d'accès

0 60 120 m

Sens Of Life 2024. Fond de carte : Google satellite.

Carte 4 : Surfaces théoriques prospectables au maximum et assements, sous les quatre éoliennes du parc éolien de Saint-Congard en 2024.



Figure 9 : Photographies de l'évolution de la couverture végétale sous l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard en juin, août et octobre lors du suivi environnemental en 2024



Figure 10 : Photographies de l'évolution de la couverture végétale sous l'éolienne E2 du parc éolien de Saint-Congard en juin, juillet et septembre lors du suivi environnemental en 2024



Figure 11 : Photographies de l'évolution de la couverture végétale sous l'éolienne E3 du parc éolien de Saint-Congard lors du suivi environnemental en 2024, (en haut de gauche à droite) en mai, juillet, août et octobre ; (en bas de gauche à droite) en juillet, août, septembre et octobre



Figure 12 : Photographies de l'évolution de la couverture végétale sous l'éolienne E4 du parc éolien de Saint-Congard en juin, juillet, août et octobre lors du suivi environnemental en 2024

3.4 Test du biais de prédatation

Les cadavres des oiseaux et chauves-souris tombés au sol sont consommés par divers prédateurs, tels que des renards, corneilles, sangliers, guêpes... Leur disparition est susceptible d'affecter l'évaluation de la mortalité induite par les éoliennes. Le taux de prédatation dépend de la couverture au sol et de la proximité des éoliennes à des éléments du réseau écologique attirant potentiellement des prédateurs. Pour évaluer ce biais, le taux de prédatation des cadavres doit être évalué sous la moitié des éoliennes du parc minimum, selon le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres défini par le Ministère de la transition écologique et solidaire (DREAL, 2015 ; DREAL, 2018).

Dans le cadre de ce suivi environnemental en 2024, trois cadavres (souris et poussins) ont été déposés sous les éoliennes E1, E2 et E4 le 03/07/2024 (Carte 5) et une deuxième série de test a été réalisée sous les éoliennes E1, E3 et E4 le 16/10/2024 (Carte 6). Les souris sont utilisées pour tester le biais de prédatation des chiroptères, les poussins sont utilisés pour tester le biais de prédatation des oiseaux.



Figure 13 : Photographie d'un poussin utilisé dans le cadre des tests de prédatation des oiseaux en 2024.



Figure 14 : Photographie d'une souris utilisée dans le cadre des tests de prédatation des chiroptères en 2024.

Leur recherche a été menée le lendemain (J+1), puis à J+2, J+6, J+9 et J+12, donc pendant deux semaines s'il y avait persistance. La disparition a été considérée complète au moment où l'observateur estimait que les restes ne permettaient pas de repérer les individus en dehors d'une connaissance précise de leur localisation.

A partir de ces données, différents paramètres ont été calculés :

- Le temps de séjour moyen d'un cadavre : $t_m = \frac{\sum_i^n t_i}{n}$
 t_m = temps de séjour moyen d'un cadavre
 t_i = temps de persistance d'un cadavre (exemple : 0,5 jour pour un cadavre disparu entre J0 et J1, 4 jours pour un cadavre disparu entre J2 et J6, etc.)
 n = nombre de cadavres utilisés
- Le taux de persistance des cadavres : $S = \frac{n_{nuit}}{n}$
 S = taux de persistance des cadavres
 n_{nuit} = nombre de cadavres persistant après un passage
 n = nombre de cadavres utilisés

	Eoliennes	J0	J+1	J+2	J+6	J+9	J+12	Temps de séjour moyen		Taux de persistance moyen à J6
								Par éolienne	Par test	
Test n°1 J0 le 03/07/24	E1	1	1	1	0	0	0	4	3,0	0%
	E2	2	2	2	0	0	0	4		
	E4	2	1	0	0	0	0	1		
Test n°2 J0 le 16/10/24	E1	2	2	2	0	0	0	4	4,0	0%
	E3	1	1	1	0	0	0	4		
	E4	1	1	1	0	0	0	4		
Moyenne des tests								3,5	0%	

Tableau 8 : Évaluation du biais de prédatation des oiseaux sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024.

	Eoliennes	J0	J+1	J+2	J+6	J+9	J+12	Temps de séjour moyen		Taux de persistance moyen à J6
								Par éolienne	Par test	
Test n°1 J0 le 03/07/24	E1	2	1	1	0	0	0	2,25	3,4	0%
	E2	1	1	1	0	0	0	4		
	E4	1	1	1	0	0	0	4		
Test n°2 J0 le 16/10/24	E1	1	1	1	1	0	0	7,5	4,6	40%
	E3	2	1	1	1	0	0	4		
	E4	2	1	1	0	0	0	2,25		
Moyenne des tests								4,0	20%	

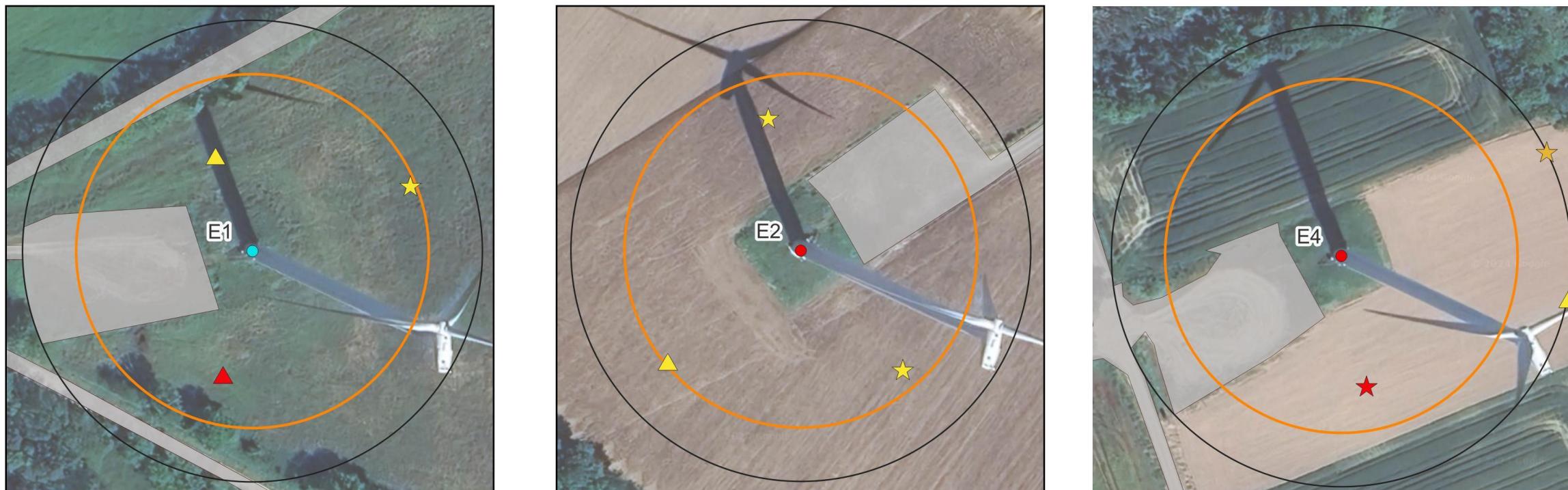
Tableau 9 : Évaluation du biais de prédatation des chiroptères sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024.

Sur le parc éolien de Saint-Congard, le temps de séjour moyen d'un cadavre est estimé à 4 jours pour les chiroptères et à 3,5 jours pour les oiseaux et le taux de persistance au sixième jour est estimé à 20% pour les chiroptères et 0% pour les oiseaux (Tableau 8).

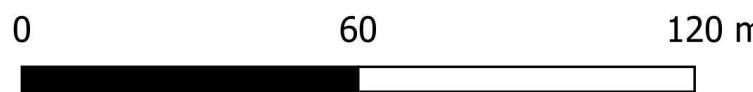
D'après le retour d'expérience de Sens Of Life, ce biais est considéré comme fort si le taux de persistance est inférieur à 25%, modéré s'il est compris entre 25% et 50%, et faible s'il est supérieur à 50%. **Sur le parc éolien de Saint-Congard, le biais de prédatation est donc considéré comme fort pour les chiroptères et pour les oiseaux.**



**Localisation des leurres utilisés pour le test prédation du
03/07/2024**
Parc éolien de Saint-Congard
Morbihan (56), Bretagne



*Aucun autreurre n'a été déposé sous les éoliennes ne figurant pas sur cette carte pour le test du 03/07/2024.



Sens Of Life 2024. Fond de carte : Google satellite.

Légende :

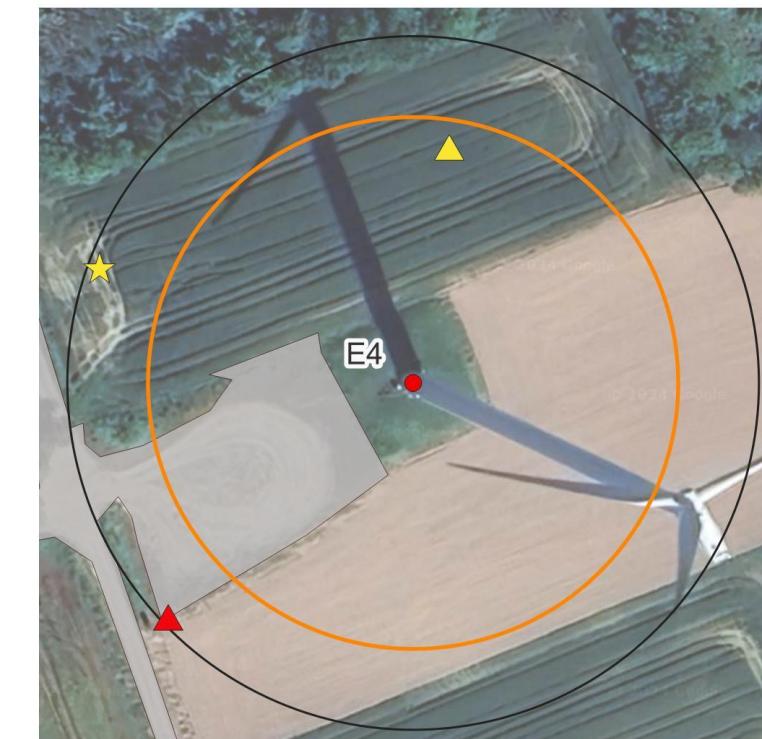
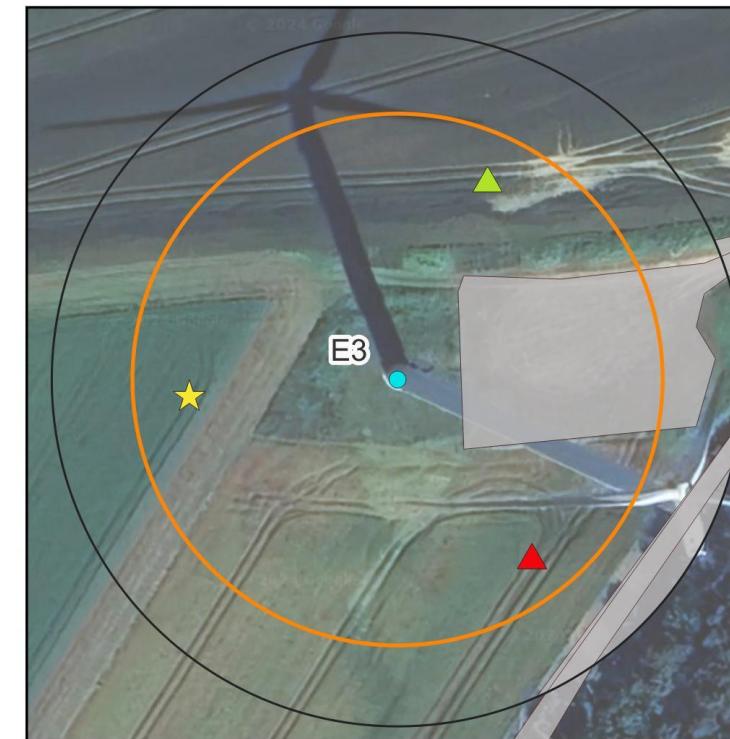
E1 N° d'éolienne	Type de leurre	Jour de disparition après le Jour 0 (J0)
● Éolienne sans TrackBat	☆ Leurre poussin	■ J+1
● Éolienne avec TrackBat	△ Leurre souris	■ J+2
○ Zone de prospection (60 m)		■ J+6
○ Aire de survol des pales (46 m)		■ J+9
■ Plateforme et voies d'accès		



Carte 5 : Emplacement des leurres utilisés pour le premier test de prédition effectué le 03/07/2024 sur le parc éolien de Saint-Congard dans le cadre du suivi environnemental en 2024.



**Localisation des leurres utilisés pour le test prédation du
16/10/2024
Parc éolien de Saint-Congard
Morbihan (56), Bretagne**



*Aucun autreurre n'a été déposé sous les éoliennes ne figurant pas sur cette carte pour le test du 03/07/2024.



Sens Of Life 2024. Fond de carte : Google satellite.

Légende :

E1 N° d'éolienne	Type deurre	Jour de disparition après le Jour 0 (J0)
● Éolienne sans TrackBat	☆ Leurre poussin	■ J+1
● Éolienne avec TrackBat	△ Leurre souris	■ J+2
○ Zone de prospection (60 m)		■ J+6
○ Aire de survol des pales (46 m)		■ J+9
■ Plateforme et voies d'accès		



Carte 6 : Emplacement des leurres utilisés pour le second test de prédation effectué le 16/10/2024 sur le parc éolien de Saint-Congard dans le cadre du suivi environnemental en 2024.

3.5 Test du biais de détection

L'efficacité de l'observateur à retrouver des cadavres de chauves-souris et d'oiseaux au sol, parmi la végétation et divers artefacts (bouses et crottins, cailloux, fragments végétaux...), doit être testée pour évaluer le ratio entre le nombre de cadavres réellement présents et ceux qui sont effectivement retrouvés, selon le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres défini par le Ministère de la transition écologique et solidaire (document révisé en 2018). Le choix d'utiliser des leurres ou des vrais cadavres ne semble pas influencer le test (Jones *et al.*, 2009). Cependant, l'utilisation de leurres artificiels permet de s'affranchir d'une éventuelle altération de la pression de préation.



Figure 15 : Différences de visibilité des chiroptères selon les surfaces prospectées

Un premier chargé d'étude a ainsi déposé 5 leurres d'oiseaux (Figure 17) et 10 leurres de chauves-souris (Figure 16), soit 15 leurres au total, dans les zones où la prospection était possible, en variant la distance au mât de l'éolienne et la couverture végétale. Un second chargé d'études a ensuite collecté les leurres au cours des passages dédiés aux suivis de mortalité, en suivant le protocole décrit dans le début du paragraphe.



Figure 16 : Leurre de chauve-souris utilisé dans le cadre des tests de détection en 2024.



Figure 17 : Leurre d'oiseau utilisé dans le cadre des tests de détection en 2024.

Ce test a été réalisé deux fois durant l'année 2024, d'abord une première session le 27/06/2024 sous les éoliennes E2 et E4 et le 04/07/24 sous l'éolienne E1, puis une deuxième session le 17/10/2024 sous les éoliennes E1, E3 et E4, afin d'obtenir des résultats précis et correspondant à l'efficacité sur différentes couvertures de sol (terre, semis, terrain après récolte...). Cette approche prend en compte d'éventuelles variations de détection en fonction de la couverture du sol et du contexte sous chacune des éoliennes.

CHIROP TERES	Test n°1 le 27/06/24 (E2/E4) et le 04/07/24 (E1)			Test n°2 le 17/10/24			Efficacité moyenne	
	Eolienne	Leurres déposés	Leurres trouvés	Efficacité 1	Leurres déposés	Leurres trouvés	Efficacité 2	
E1	10	7	70%	10	7	70%	70%	
E2	10	10	100%	-	-	-	100%	
E3	-	-	-	10	6	60%	60%	
E4	10	8	80%	10	8	80%	80%	
Parc	30	25	83%	30	21	70%	78%	

Tableau 10 : Évaluation du taux de détection des cadavres de chiroptères sous chaque éolienne du parc éolien de Saint-Congard en 2024.

OISEAUX	Test n°1 le 27/06/24 (E2/E4) et le 04/07/24 (E1)			Test n°2 le 17/10/24			Efficacité moyenne	
	Eolienne	Leurres déposés	Leurres trouvés	Efficacité 1	Leurres déposés	Leurres trouvés	Efficacité 2	
E1	5	5	100%	5	5	100%	100%	
E2	5	5	100%	-	-	-	100%	
E3	-	-	-	5	5	100%	100%	
E4	5	5	100%	5	5	100%	100%	
Parc	15	15	100%	15	15	100%	100%	

Tableau 11 : Évaluation du taux de détection des cadavres d'oiseaux sous chaque éolienne du parc éolien de Saint-Congard en 2024.

A partir de ces données, le taux de détection a été calculé à chaque passage : $D = \frac{R}{T}$

D = taux de détection pour le passage t sous l'éolienne Ex

R = nombre de leurres retrouvés lors du passage t sous l'éolienne Ex

T = nombre total de leurres dispersés lors du passage t sous l'éolienne Ex

Sur le parc éolien de Saint-Congard, le taux de détection sous les éoliennes varie de 60% à 100%, avec une détection moyenne de 100% pour les oiseaux et de 78% pour les chiroptères, sur l'ensemble du parc éolien, ce qui est cohérent avec la différence de taille entre les taxons, augmentant la difficulté de la découverte de chiroptères.

D'après le retour d'expérience de Sens Of Life, ce biais est considéré comme fort si la détection moyenne est inférieure à 50%, modéré si elle est comprise entre 50% et 70%, et faible si elle est supérieure à 70%. **Sur le parc éolien de Saint-Congard, le biais d'observateur est donc faible pour les oiseaux et pour les chiroptères.**

3.6 Estimation de la mortalité réelle

Plusieurs formules ont été publiées dans la littérature depuis 1992, permettant d'estimer la mortalité réelle des oiseaux et des chauves-souris sur un parc éolien, à partir de la mortalité brute constatée au pied des éoliennes et en prenant en compte les biais mentionnés dans les paragraphes précédents. Le Tableau 12 reprend l'ensemble des notations utilisées dans les calculs de mortalité estimée.

Données de synthèse pour le rapport de suivi environnemental	
N = nombre d'individus potentiellement tués	(dépend de l'éolienne considérée et de la formule utilisée)
C = nombre de cadavres trouvés	5 individus
A = coefficient de correction surfacique (dépend de l'éolienne considérée)	1,85 minimum 2,05 maximum
Biais de surface considéré comme	modéré
p = proportion de cadavres qui perdurent au-delà de l'intervalle entre deux passages	20% pour les chiroptères 0% pour les oiseaux
t = temps de séjour moyen des cadavres	4,0 jour(s) pour les chiroptères 3,5 jour(s) pour les oiseaux
Biais de prédation considéré comme	fort pour les chiroptères fort pour les oiseaux
d = probabilité de détection des leurres	78% pour les chiroptères 100% pour les oiseaux
Biais d'observateur considéré comme	faible pour les chiroptères faible pour les oiseaux
b = durée totale de l'étude	164 suivis
i = intervalle de temps entre chaque recherche	7,1 jour(s)
i = intervalle effectif = $-\log(0,01) \times t$	8,0 jour(s) pour les chiroptères 7,0 jour(s) pour les oiseaux
ê = coefficient correcteur de l'intervalle = $\min(i : i) / i$	1,00 pour les chiroptères 0,98 pour les oiseaux
M = nombre de turbines prospectées	4 éoliennes

Tableau 12 : Synthèse des variables utilisées dans les différentes formules de calcul de la mortalité estimée, et leur valeur lors du suivi environnemental du parc éolien de Saint-Congard en 2024.

La formule d'Erickson *et al.* (2005) utilise le taux de persistance des cadavres comme le nombre moyen de jours de persistance (t) divisé par l'intervalle entre les recherches (I). Cette formule a l'avantage de s'adapter à un changement d'intervalle imprévu. Mathématiquement, si le taux de persistance est supérieur à l'intervalle, alors il est supérieur à 1, ce qui est impossible en pratique. Avec des intervalles courts, cette méthode a tendance à sous-estimer le taux de préation et donc sous-estimer le nombre de cadavres tués. Sur le parc éolien de Saint-Congard, l'intervalle de temps entre les suivis étant en moyenne de 7,1 jours, l'application de cette formule est tout-à-fait pertinente.

$$N = \frac{I*C}{t*d} * A$$

La formule de Jones *et al.* propose en 2009 une estimation unitaire de la mortalité, c'est-à-dire calculée sous chaque éolienne pour chaque recherche de cadavres effectuée sur le terrain. Il faut donc ensuite les cumuler pour obtenir la mortalité estimée sur un parc éolien sur la durée totale de l'étude.

$$N = \frac{C}{d * \exp^{-0,5 * I / t * \hat{e}}} * A \quad \text{avec } p = \exp^{-0,5 * \frac{I}{t}}$$

L'année suivante, une nouvelle formule publiée par Huso (2010) présuppose que la persistance des cadavres dans le temps suit plutôt une distribution exponentielle. Cette approche définit un risque constant impliquant que les cadavres attirent les nécrophages de manière constante au fil du temps. Il est aussi supposé que les intervalles de confiance puissent être inférieurs au nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes.

$$N = C / (d * \frac{t * (1 - \exp^{-\frac{I}{t}})}{I} * \hat{e}) * A \quad \text{avec } p = t * (1 - \exp^{-\frac{I}{t}}) / I$$

Enfin, la formule de Bastos *et al.* (2013) considère la non-constance et l'interdépendance des paramètres « efficacité de recherche » et « persistance des cadavres ». Cet algorithme innovant est capable d'estimer la mortalité potentielle, même en l'absence des cadavres retrouvés et ainsi éviter de fausses interprétations.

$$N = 10 * \exp[0,276 + 0,471 * \log_{10}(I + 1) + 0,463 * \log_{10}(b + 1) + 0,45 * \log_{10}(M + 1) + 0,638 * \log_{10}(C + 1) - 0,432 * \log_{10}(p + 1) - 3,633 * \log_{10}(d + 1)] - 1 * A$$

Les méthodes de Huso (2010) et Jones *et al.* (2009) permettent de prendre en compte les cadavres tombant durant l'intervalle entre les suivis contrairement à la formule d'Erickson *et al.* (2005). Cependant, le taux de persistance estimé par Jones *et al.* (2009) étant basé sur la probabilité de trouver un cadavre tombé à la moitié de cet intervalle, aura tendance à donner des estimations légèrement plus élevées que la méthode de Huso (2010) qui prend en compte la probabilité de trouver un cadavre tombé à n'importe quel moment de l'intervalle.

3.6.1 Mortalité réelle estimée des chiroptères sur le parc éolien

Les formules présentées précédemment ont été appliquées sur l'ensemble des données brutes de mortalité des chiroptères afin de calculer leur mortalité réelle estimée sur le parc éolien de Saint-Congard (Tableau 13).

Eolienne	Nombre de cadavres	Mortalité estimée des chiroptères selon la formule de :		
		Erickson <i>et al.</i> (2005)	Jones <i>et al.</i> (2009)	Huso (2010)
E1	0	-	-	-
E2	3	11,0	15,0	13,2
E3	2	11,2	15,3	13,5
E4	0	-	-	-
Parc	5	22,4	30,6	26,9
Nombre de chiroptères/éolienne		5,6	7,7	6,7
Intervalles de confiance à 95%		1,6	2,1	1,9

Tableau 13 : Mortalité réelle estimée des chiroptères, selon les différentes formules, sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024.

En utilisant les biais testés sur le parc éolien, la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Saint-Congard est estimée entre **5,6 ± 1,6** (Erickson *et al.*, 2005) et **7,7 ± 2,1** (Jones *et al.*, 2009) **chiroptères tués par éolienne**, sur la période étudiée.

Selon Rydell *et al.* (2010a), le contexte paysager du site influence le taux de mortalité des chiroptères :

- 5-20 individus impactés/éolienne/an dans les parcs situés dans le littoral ou sur des crêtes,
- **2-5 individus impactées/éolienne/an dans les parcs situés dans des paysages bocagers et agricoles,**
- 0-3 individus impactés/éolienne/an dans les parcs situés sur des plaines agricoles homogènes.

Le contexte paysager du parc éolien de Saint-Congard est assimilable à la deuxième configuration décrite par cet auteur. En 2024, la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Saint-Congard est donc plus élevée que les taux de mortalité rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires (Rydell *et al.*, 2010a). Les éoliennes E2 et E3 sont les seules mortifères sur le parc.

3.6.2 Mortalité réelle estimée des oiseaux sur le parc éolien

Les formules présentées précédemment ont été appliquées sur l'ensemble des données brutes de mortalité des oiseaux afin de calculer leur mortalité réelle estimée sur le parc éolien de Saint-Congard (Tableau 14).

Eolienne	Nombre de cadavres	Mortalité estimée des oiseaux selon la formule de Bastos et al. (2013)
E1	0	2,7
E2	0	3,0
E3	0	2,8
E4	0	3,0
Parc	0	5,3
Nombre d'oiseaux/éolienne		1,3
Intervalles de confiance à 95%		0,0

Tableau 14 : Mortalité réelle estimée des oiseaux, selon les différentes formules, sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024.

En utilisant les biais testés sur le parc éolien, la mortalité réelle des oiseaux sur le parc éolien de Saint-Congard est estimée à **1,3 ± 0,0 oiseaux tués par éolienne** (Bastos et al., 2013), sur la période étudiée.

Une étude de 197 suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 par la LPO met en évidence une mortalité brute de 1,24 oiseaux/éolienne/an. Seuls 8 parcs éoliens de cette étude avaient présenté des calculs de mortalité estimée, tous en présence d'enjeux avifaunistiques forts (4 situés au sein de ZPS, 2 à moins de 1 000 mètres d'une ZPS, 1 en forêt en ZNIEFF et 1 en milieu bocager limitrophe d'une ZNIEFF et d'une ZSC), donnant une moyenne de 7 oiseaux/éolienne/an pour ce type de milieu (Marx, 2017). La mortalité estimée, étant donné le contexte environnemental du parc éolien de Saint-Congard avec moins d'enjeux avifaunistiques, est attendue plus faible que ce seuil.

En 2024, la mortalité réelle des oiseaux sur le parc éolien de Saint-Congard est donc **inférieure** aux taux de mortalité rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires (Marx, 2017). Aucune mortalité brute d'oiseaux n'a été constatée sur l'ensemble du parc éolien de Saint-Congard en 2024.

3.7 Vulnérabilité des espèces retrouvées

La méthodologie du calcul de la note de risque est tirée du guide « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres », édité par le Ministère de l'environnement, du développement durable et de l'énergie en novembre 2015. Bien que le protocole réglementaire ait été réévalué en 2018, la méthode de calcul de la note de risque, elle, reste inchangée.

Pour les oiseaux, la note de sensibilité à l'activité éolienne est déterminée en fonction de la mortalité européenne constatée (Dürr, 2025) pondérée par l'abondance relative de l'espèce, c'est-à-dire le nombre de couple nicheurs en Europe (BirdLife International) :

- Mortalité représentant plus de 1% du nombre de couples nicheurs : note de 4
- Mortalité représentant entre 0,1% et 1% du nombre de couples nicheurs : note de 3
- Mortalité représentant entre 0,01% et 0,1% du nombre de couples nicheurs : note de 2
- Mortalité représentant entre 0,001% et 0,01% du nombre de couples nicheurs : note de 1
- Mortalité représentant moins de 0,001% du nombre de couples nicheurs : note de 0

Pour les chiroptères, la note de sensibilité à l'activité éolienne est le rapport entre la mortalité européenne constatée de l'espèce sur celle toutes espèces de chiroptères confondues (Dürr, 2025) :

- Mortalité de l'espèce représentant plus de 5% de la mortalité totale : note de 4
- Mortalité de l'espèce représentant entre 0,5% et 5% de la mortalité totale : note de 3
- Mortalité de l'espèce représentant entre 0,1% et 0,5% de la mortalité totale : note de 2
- Mortalité de l'espèce représentant moins de 0,1% de la mortalité totale : note de 1

Enfin, la note de risque, ou vulnérabilité à l'éolien, est le résultat du croisement entre l'enjeu de conservation d'une espèce au niveau national (IUCN, 2017) et sa sensibilité avérée à l'activité des parcs éoliens, selon la matrice ci-dessous.

		Sensibilité à l'éolien				
		0	1	2	3	4
Enjeu de conservation	Espèce non protégée	0,5				
	DD, NA, NE	0,5	1	1,5	2	2,5
	LC	1	1,5	2	2,5	3
	NT	1,5	2	2,5	3	3,5
	VU	2	2,5	3	3,5	4
	CR, EN	2,5	3	3,5	4	4,5

Tableau 15 : Calcul de la note de risque d'une espèce à l'éolien, en fonction de sa sensibilité et de son statut de conservation à l'échelle nationale.

Sur le parc éolien de Saint-Congard, trois espèces présentent une vulnérabilité élevée (c'est-à-dire une note de risque supérieure ou égale à 3) : la **Noctule commune** (un cadavre), la **Pipistrelle commune** (trois cadavres) et la **Pipistrelle de Kuhl** (un cadavre). Les détails de ces calculs de note de risque sont présentés dans le Tableau 16 et en annexe 7.5.

Espèce		Nombre de cadavres en 2024	Eolienne(s) mortifère(s)	Période du cycle biologique	LR France	Note de risque
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	1	E3	Migration automnale	VU	4
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	3	E2 (2), E3	Reproduction	NT	3,5
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1	E2	Reproduction	LC	3

Tableau 16 : Vulnérabilité de chaque espèce retrouvée lors des suivis de mortalité au sol effectués sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024



Figure 18 : Pipistrelle commune (©CCO domaine public)

⇒ **Synthèse du suivi de mortalité au sol effectué en 2024 sur le parc éolien de Saint-Congard**

Cinq cadavres ont été retrouvés au pied des éoliennes du parc éolien de Saint-Congard en 2024.

Aucun cadavre d'oiseau n'a été découvert au cours du suivi de mortalité 2024. Une fois cette absence de mortalité brute corrigée avec les biais testés durant l'étude, la mortalité réelle estimée des oiseaux sur le parc éolien de Saint-Congard est de **1,3 ± 0,0 oiseaux tués par éolienne** (Bastos *et al.*, 2013), sur la période étudiée, de mai à octobre 2024, ce qui est inférieur aux taux de mortalité rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires l'ensemble des éoliennes (Marx, 2017).

Parmi eux, on dénombre également cinq chiroptères de trois espèces différentes : trois **Pipistrelles communes** (*Pipistrellus pipistrellus*), une **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) et une **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*). Une fois cette mortalité brute corrigée avec les biais testés durant l'étude, la mortalité réelle estimée des chiroptères sur le parc éolien de Saint-Congard varie **entre 5,6 ± 1,6** (Erickson *et al.*, 2005) et **7,7 ± 2,1** (Jones *et al.*, 2009) **chiroptères tués par éolienne**, sur la période étudiée, de mai à octobre 2024. En 2024, la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Saint-Congard est donc plus élevée que les taux de mortalité rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires pour les éoliennes E2 et E3 (Rydell *et al.*, 2010a). Pour rappel, aucun cadavre de chiroptère n'a été découvert sous les éoliennes E1 et E4.

4 SUIVI DE L'ACTIVITE ACOUSTIQUE DES CHIROPTERES

4.1 Matériel et méthodes

4.1.1 Enregistrement acoustique

Les suivis d'activité chiroptérologique en altitude permettent de définir précisément les niveaux d'activité et les cortèges d'espèces qui interagissent avec les pales des machines depuis la mise en service du parc éolien.

Le suivi des chiroptères a été réalisé du 15 mars au 15 novembre 2024, soit 245 nuits, afin de comprendre comment le site est utilisé par ces espèces et pouvoir mesurer le niveau d'activité au sein du parc éolien. Idéalement, il s'agit de comparer, lorsque c'est possible et que les protocoles le permettent, le niveau d'activité ainsi que les espèces rencontrées avant et après l'implantation du parc éolien pour en mesurer les effets.

Afin de qualifier les déplacements en hauteur, un dispositif d'enregistrement TrackBat (version acoustique) a été mis en place en nacelle des éoliennes E1 et E3 le 12 mars 2024. La pose de ces enregistreurs a pour objectifs :

- De caractériser le cortège d'espèces et ses variations au cours de la période d'étude ;
- De quantifier l'activité de chaque espèce et ses variations au cours de la période d'étude,
- Permet une corrélation entre l'activité des chiroptères et les données météorologiques, pour définir une éventuelle mesure corrective de bridage.

Ces éoliennes ont été sélectionnées pour l'étude acoustique en nacelle car elles permettent de superviser les deux clusters d'éoliennes du parc éolien pour la régulation dynamique ProBat®, que sont les groupements E1/E2 et E3/E4.

- Enregistreurs

Les enregistreurs du dispositif TrackBat mis à disposition sont des enregistreurs numériques à deux voies, configurés pour échantillonner à 196 kHz sur 16 bits. L'enregistrement est déclenché uniquement :

- Entre une heure avant le coucher du soleil et une heure après le lever du soleil,
- Si l'intensité sonore au-dessus de 10 kHz dépasse le bruit de fond de 5 dB.

Ce paramétrage permet de détecter l'ensemble des espèces européennes (le Petit Rhinolophe étant détecté grâce à ses harmoniques basses).

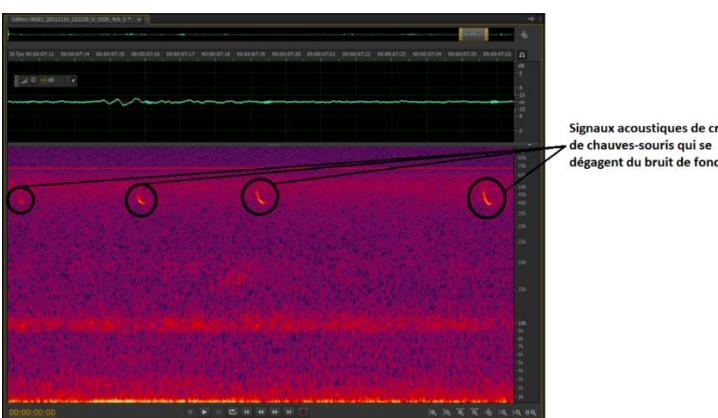


Figure 19 : Exemple de fichier son collecté sur le système d'enregistrement TrackBat.

Le stockage est réalisé sur un disque SSD de 2 To : cette capacité de stockage permet de limiter les opérations de maintenance. Ils disposent d'une connexion 4G permettant d'évaluer à distance les paramètres critiques du fonctionnement du matériel (nombre de fichiers enregistrés, tension d'alimentation, espace de stockage libre). Cet enregistreur est monté dans un boîtier métallique étanche IP67.

- Microphones

Les microphones sont construits autour d'une capsule Mem's blindée électromagnétiquement, omnidirectionnelle, connectée à deux étages d'amplification et des stabilisateurs d'alimentation. L'ensemble est protégé par une coque en acier inoxydable et une membrane hydrophobe assurant la protection du microphone contre les intempéries. Les microphones sont connectés à leurs câbles blindés par des connecteurs IP68 en acier inoxydable. Ces microphones, développés spécifiquement pour des études sur les nacelles des éoliennes, présentent des performances optimales à la fois en termes de sensibilité et en termes de résistance aux intempéries et aux perturbations électromagnétiques.

Ils sont montés grâce à un support amortisseur évitant les propagations des bruits de la structure dans les microphones (vibrations de la machine, bruits de fonctionnement...). Les microphones sont intégrés aux boîtiers qui sont fixés à l'intérieur de la nacelle.



Figure 20 : Microphone mobilisé pour les études en altitude (à droite) et boîtier TrackBat avec microphones déportés, installé en nacelle de l'éolienne E1 (à gauche).

Le taux de disponibilité du système TrackBat® au cours de l'étude acoustique des chiroptères sur le parc éolien de Saint-Congard a été de 100% pour les deux éoliennes E1 et E3.

4.1.2 Méthode d'analyse des sons

Lors de suivis sur de longues périodes, le principe de l'identification des chiroptères est fondé sur :

- L'analyse de leurs émissions ultrasonores (fréquence terminale, incursion en fréquence, fréquence de maximum d'énergie, durée, intervalle...),
- La comparaison de ces mesures à des bases de données telles que celles discutées par Michel Barataud dans l'ouvrage « Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe » (2012).

Néanmoins, l'utilisation des signaux d'écholocation pour l'identification des différentes espèces de chiroptères n'est pas toujours possible, compte tenu des recouvrements de caractéristiques entre certains signaux provenant d'espèces différentes. Ces limites sont accentuées par la qualité des sons enregistrés : un fort bruit de fond ou des parasites gênent l'identification en accentuant les recouvrements entre espèces. Dans ce cas, l'identification est limitée au groupe d'espèces, comme présentée dans le Tableau 17.

Nom vernaculaire de l'espèce	Nom scientifique de l'espèce	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements très favorables	Groupes identifiés dans des conditions d'enregistrements défavorables
Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophe euryale	
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit Rhinolophe	
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand Rhinolophe	
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>		Grands Myotis
Petit Murin	<i>Myotis blythii</i>		
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	
Murin de Capaccini	<i>Myotis capaccinii</i>	Murin de Capaccini	
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	Murin d'Alcathoe	
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées	
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	
Sérotine bicolore	<i>Vesperillo Murinus</i>	Sérotine bicolore	
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de savi	
Pipistrelle soprane	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle soprane	
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schreibers	Pipistrelle / Minioptère
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Pipistrelle de Kuhl / Nathusius
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>		
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>		
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrobularis</i>	Oreillards sp.	
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Grande Noctule	
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	Molosse de Cestoni	Molosse / Grande Noctule

Tableau 17 : Possibilité d'identification des chauves-souris européennes en fonction de leurs émissions ultrasonores.

Cette analyse permet d'identifier les espèces fréquentant le site en altitude. Compte tenu des incertitudes de classification de certaines espèces, les identifications à l'espèce ne sont pas utilisées pour le groupe des murins. Ce groupe d'espèces volant à basse altitude, il n'est habituellement peu ou pas retrouvé à hauteur de nacelle et est donc très peu impacté par les pales des éoliennes.

Dans cette étude, l'identification des sonogrammes a été menée en les traitant d'abord grâce à un réseau de neurones développé par Sens Of Life pour retirer les sons parasites (taux d'efficacité de 99,71% sur une base de données de plus de 250 000 sons) puis grâce au logiciel Sonochiro® (<https://sonochiro.biotope.fr/>), développé par Biotope, pour déterminer les espèces. Il est possible que les sons restés indéterminés à la suite de ce traitement aient été analysés manuellement pour diminuer le taux d'incertitude du cortège.

4.1.3 Evaluation des indices d'activité

Avec les réserves formulées dans le paragraphe précédent, les indices d'activité ont été déterminés de manière brute, ainsi qu'en prenant en compte une correction du volume de détection. En effet, les espèces rencontrées émettent avec une intensité différente des cris dont les fréquences sont atténuees de manière différente par l'atmosphère (Figure 21 et Figure 22).

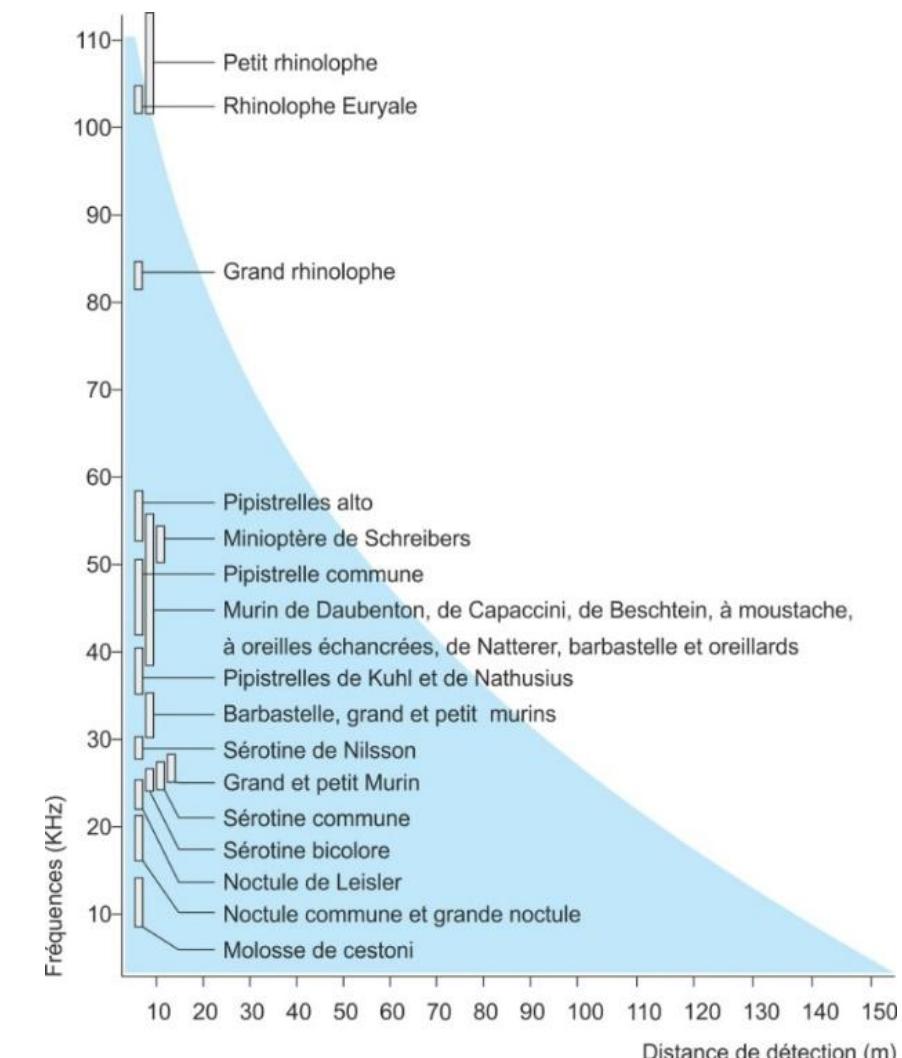


Figure 21 : Représentation des volumes de détection en fonction des groupes d'espèces

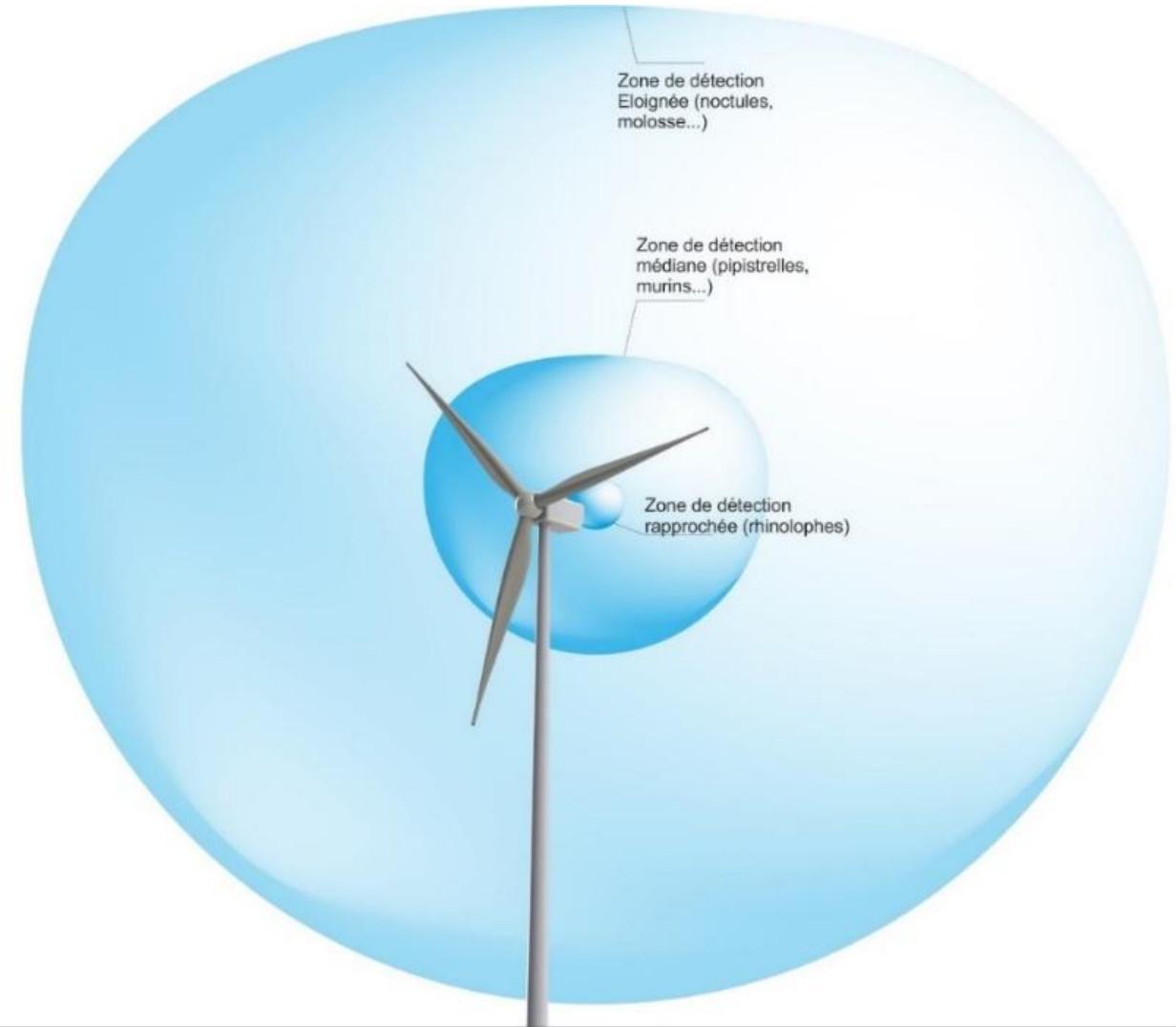


Figure 22 : Distance de détection des espèces de chauves-souris en fonction de leur fréquence d'émission

Pour prendre en compte ces variations, nous avons utilisé les facteurs de correction préconisés par Michel Barataud récapitulés dans le Tableau 18. De manière générale, l'application de ces coefficients permet de rétablir le rapport des indices d'activité entre les petites espèces utilisant des fréquences élevées, fortement absorbées par l'atmosphère, et les grosses espèces émettant des sons très puissants sur des fréquences basses, peu absorbées par l'atmosphère. **Dans le cas du parc éolien de Saint-Congard, les coefficients appliqués sont ceux en milieu semi-ouvert.**

Milieux ouverts et semi-ouverts				Sous-bois			
Intensité d'émission	Espèces	Distance de détection (m)	Coefficient de détectabilité	Intensité d'émission	Espèces	Distance de détection (m)	Coefficient de détectabilité
Très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00	Très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Rhinolophus ferr./eur./meh.</i>	10	2,50		<i>Plecotus spp. (durée < 4 ms)</i>	5	5,00
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2,50		<i>Myotis emarginatus</i>	8	3,13
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50		<i>Myotis nattereri</i>	8	3,13
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50		<i>Rhinolophus ferr./eur./meh.</i>	10	2,50
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50		<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	1,67		<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1,67		<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50
	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	1,67		<i>Myotis daubentonii</i>	10	2,50
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67		<i>Myotis bechsteinii</i>	10	2,50
Moyenne	<i>Myotis blythii</i>	20	1,25		<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67
	<i>Myotis myotis</i>	20	1,25		<i>Myotis blythii</i>	15	1,67
	<i>Plecotus spp. (durée 4-6 ms)</i>	20	1,25		<i>Myotis myotis</i>	15	1,67
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1,00	Moyenne	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	20	1,25
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00		<i>Miniopterus schreibersii</i>	20	1,25
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00		<i>Plecotus spp. (durée 4-6 ms)</i>	20	1,25
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00		<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00
	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83		<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00
Forte	<i>Hypsugo savii</i>	40	0,63	Forte	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00
	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0,63		<i>Hypsugo savii</i>	30	0,83
	<i>Plecotus spp. (durée > 6 ms)</i>	40	0,63		<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0,83
	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50		<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50
Très forte	<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	0,50		<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	0,50
	<i>Vesperotilio murinus</i>	50	0,50		<i>Vesperotilio murinus</i>	50	0,50
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31		<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25		<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17		<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17
Très forte	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17		<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17

Tableau 18 : Coefficients de détectabilité des principales espèces de chauves-souris européennes, M. Barataud, 2020

4.2 Résultats des suivis d'activité chiroptérologique

4.2.1 Activité des chiroptères en nacelle de l'éolienne E1

4.2.1.1 Activité brute et corrigée par espèce

Ces suivis permettent de caractériser les espèces fréquentant le site et leurs activités. Le Tableau 19 synthétise le nombre de contacts bruts et corrigés pour chaque espèce contactée à hauteur de la nacelle de l'éolienne E1. Au total, 11 816 contacts de chiroptères ont été enregistrés sur le parc éolien de Saint-Congard. En corrigeant ce nombre en fonction des volumes de détection de chaque espèce, 10 857 contacts sont comptabilisés.

Six espèces ont été contactées et déterminées avec précision (Graphique 8) :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représente 68,7% des contacts ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représente 1,4% des contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représente 1,1% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) représente 0,6% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représente 0,2% des contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représente 0,1% des contacts ;
- Le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius indifférenciées représente 22,4% des contacts ;
- Le groupe des Chiroptères indéterminés représente 4,1% des contacts ;
- Le groupe des Sérotules indéterminées représente 1,4% des contacts ;
- Le groupe des Oreillard indéterminés représente 0,3% des contacts.

		Contacts bruts		Contacts corrigés	
		Nombre	Proportion	Nombre	Proportion
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	7 453	63,1%	7 453,0	68,7%
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	600	5,1%	150,0	1,4%
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	377	3,2%	116,9	1,1%
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	62	0,5%	62,0	0,6%
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	18	0,2%	18,0	0,2%
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	13	0,1%	8,2	0,1%
Pipistrelles de Kuhl/Nathusius indifférenciées		2 429	20,6%	2 429,0	22,4%
Chiroptères indéterminés		454	3,8%	441,5	4,1%
Sérotines et Noctules (Sérotules) indéterminés		381	3,2%	148,6	1,4%
Oreillard indéterminés		29	0,3%	29,0	0,3%
Total toutes espèces confondues		11 816	-	10 856,1	-

Tableau 19 : Nombre de contacts bruts et corrigés en fonction du volume de détection de chaque espèce de chiroptères, sur le parc éolien de Saint-Congard en nacelle de l'éolienne E1, entre mi-mars et mi-novembre 2024.



Graphique 8 : Proportion brute (à gauche) et corrigée (à droite) des espèces de chiroptères contactées en nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.

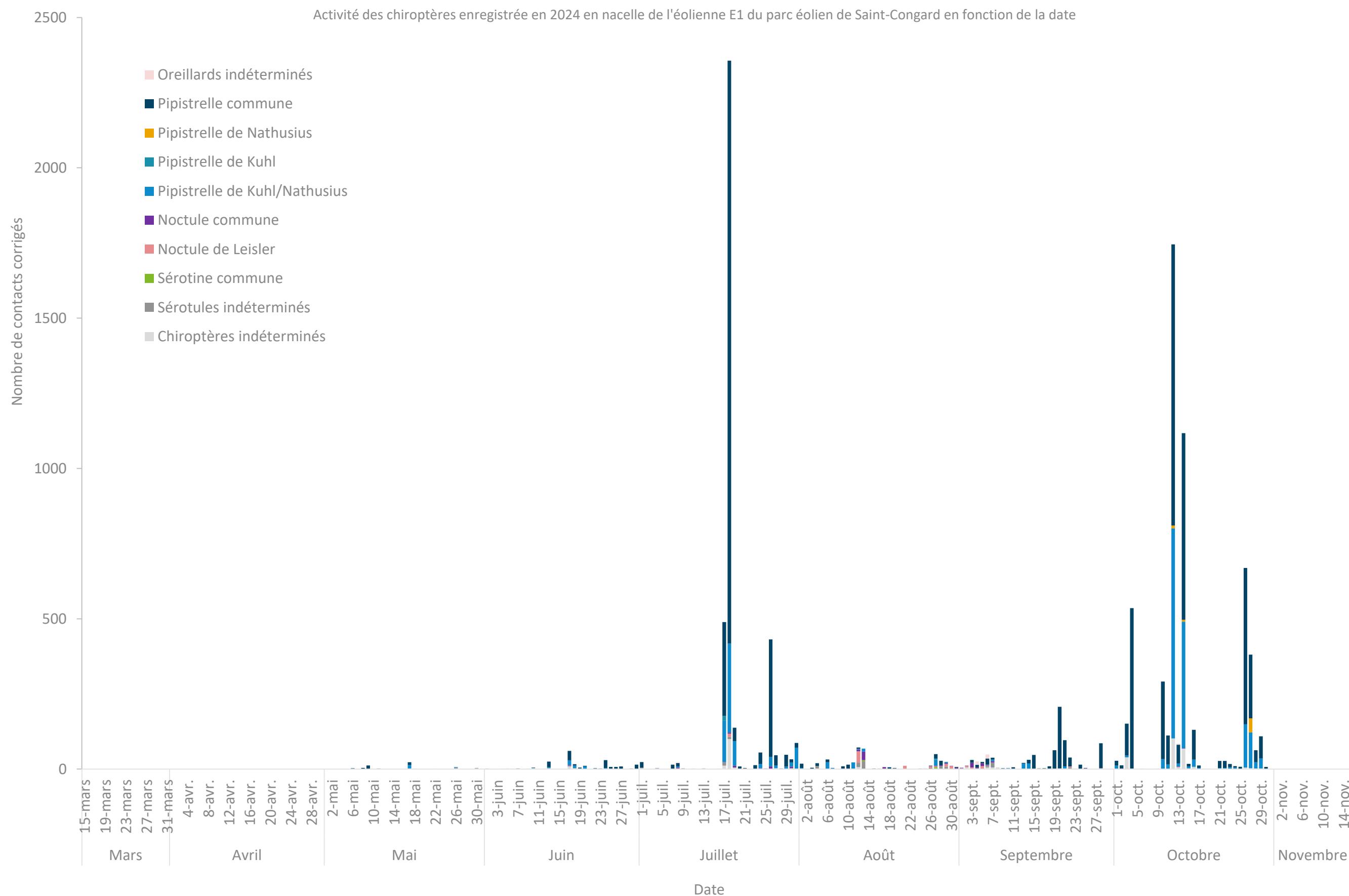
4.2.1.2 Activité des chiroptères en fonction de la date

En nacelle de l'éolienne E1, la totalité des contacts a été enregistrée du 06 mai au 30 octobre 2024 (Graphique 9). Aucun contact n'a été enregistré du 15 mars (date de démarrage de l'étude) au 05 mai et du 31 octobre au 15 novembre alors que l'enregistreur était bien fonctionnel.

Sur cette période, un pic d'activité a été enregistré le 18/07/2024 (avec n = 2 356 contacts, soit 21,7% de l'activité totale enregistrée), en milieu de période de mise-bas et d'élevage des jeunes (parturition), et était composé de 1 939 contacts de Pipistrelle commune, 296 contacts de Pipistrelle de Kuhl/Nathusius indifférenciée, 100 contacts de chiroptères indéterminés, 10 contacts de Noctule de Leisler, 7 contacts de Sérotule indéterminée et de 4 contacts de Noctule commune.

La Pipistrelle commune est la première et la dernière espèce à avoir été enregistrée sur l'ensemble de la période de suivi, montrant ainsi la plus grande amplitude d'activité en termes de dates. Pour rappel, le bridage nocturne dynamique ProBat® est paramétré sur l'ensemble des éoliennes du 1^{er} avril au 31 octobre. Sur l'ensemble des 245 nuits d'enregistrement, 130 nuits présentent une activité chiroptérologique, soit 53,1% d'activité sur la période suivie.

Plus de 90% des contacts de chiroptères autour de cette éolienne se sont concentrés entre le 17/07/2024 et le 26/10/2024.



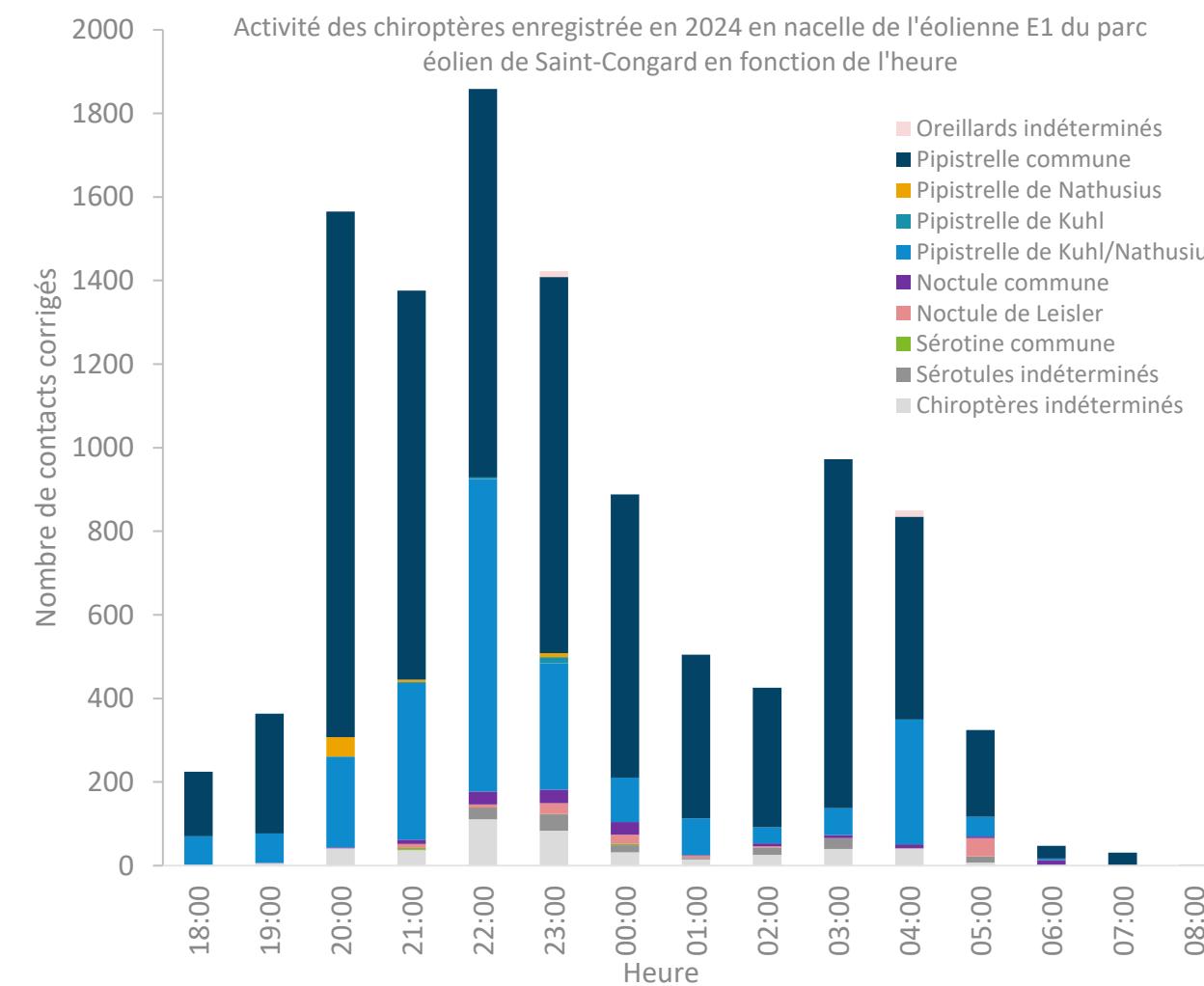
Graphique 9 : Activité des chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard en 2024.

4.2.1.3 Activité des chiroptères en fonction de l'heure

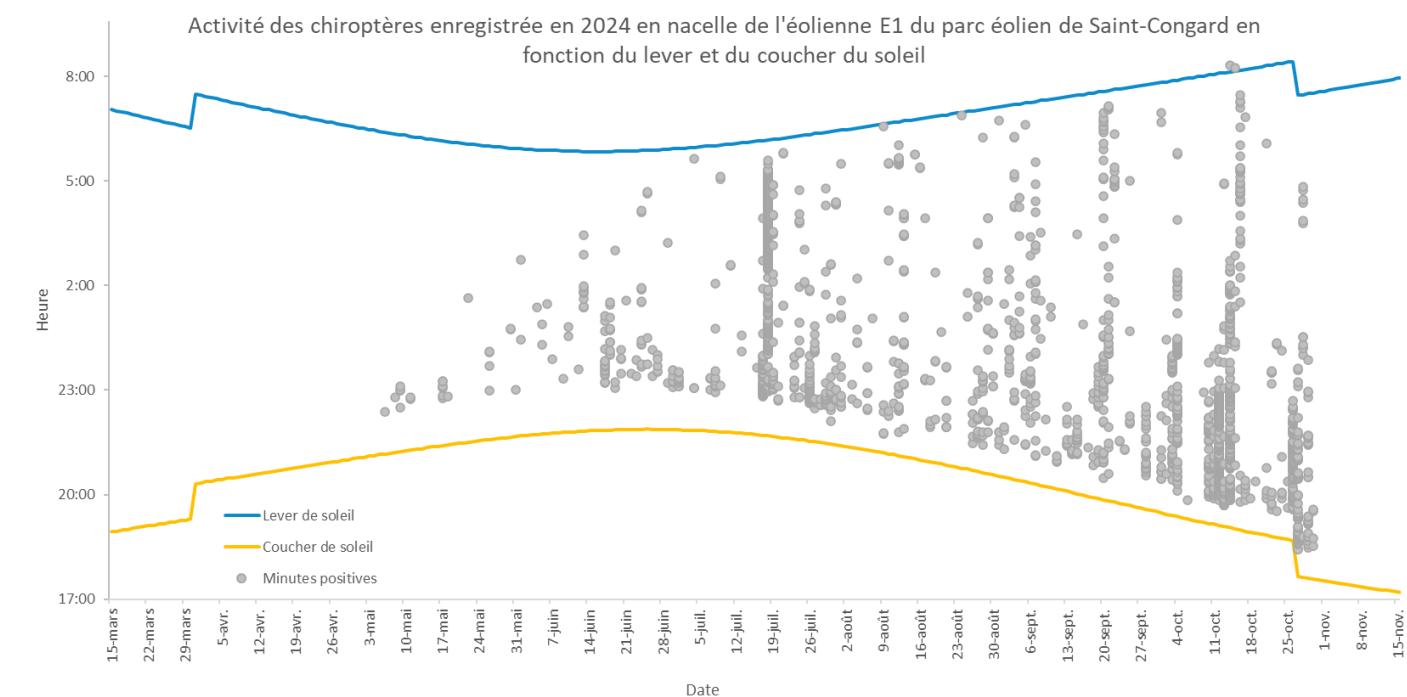
En nacelle de l'éolienne E1, l'ensemble de l'activité se déroule entre 18h00 et 09h00 (Graphique 10) avec un pic d'activité entre 22h00 et 23h00 ($n = 1\,859$ contacts, soit 17,1 % de l'activité totale enregistrée), composé de 930 contacts de Pipistrelle commune, 748 contacts de Pipistrelle de Kuhl/Nathusius indifférenciée, 111 contacts de chiroptère indéterminé, 32 contacts de Noctule commune, 28 contacts de Sérotule indéterminée, 7 contacts de Noctule de Leisler et 3 contacts de Pipistrelle de Kuhl.

La Pipistrelle commune est l'espèce enregistrée le plus tôt avec le groupe des Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, entre 18h00 et 19h00, et la Noctule commune est l'espèce enregistrée le plus tard entre 08h00 et 09h00.

La majeure partie de l'activité des chiroptères est concentrée entre le coucher et le lever du soleil (Graphique 11), dont plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2024 se situant entre 20h00 et 05h00, ce qui illustre donc que l'activité est bien continue tout au long de la nuit sur le parc éolien. Pour rappel, le bridage nocturne dynamique ProBat® est paramétré sur l'ensemble des éoliennes du coucher au lever de soleil jusqu'au 20 août, puis d'une heure avant le coucher de soleil à une heure après le lever de soleil jusqu'au 31 octobre. Au vu du Graphique 11, ce paramétrage pourrait potentiellement revenir à son état initial, soit un bridage du coucher au lever du soleil.



Graphique 10 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure, enregistrée entre mi-mars et mi-novembre 2024, en nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard.



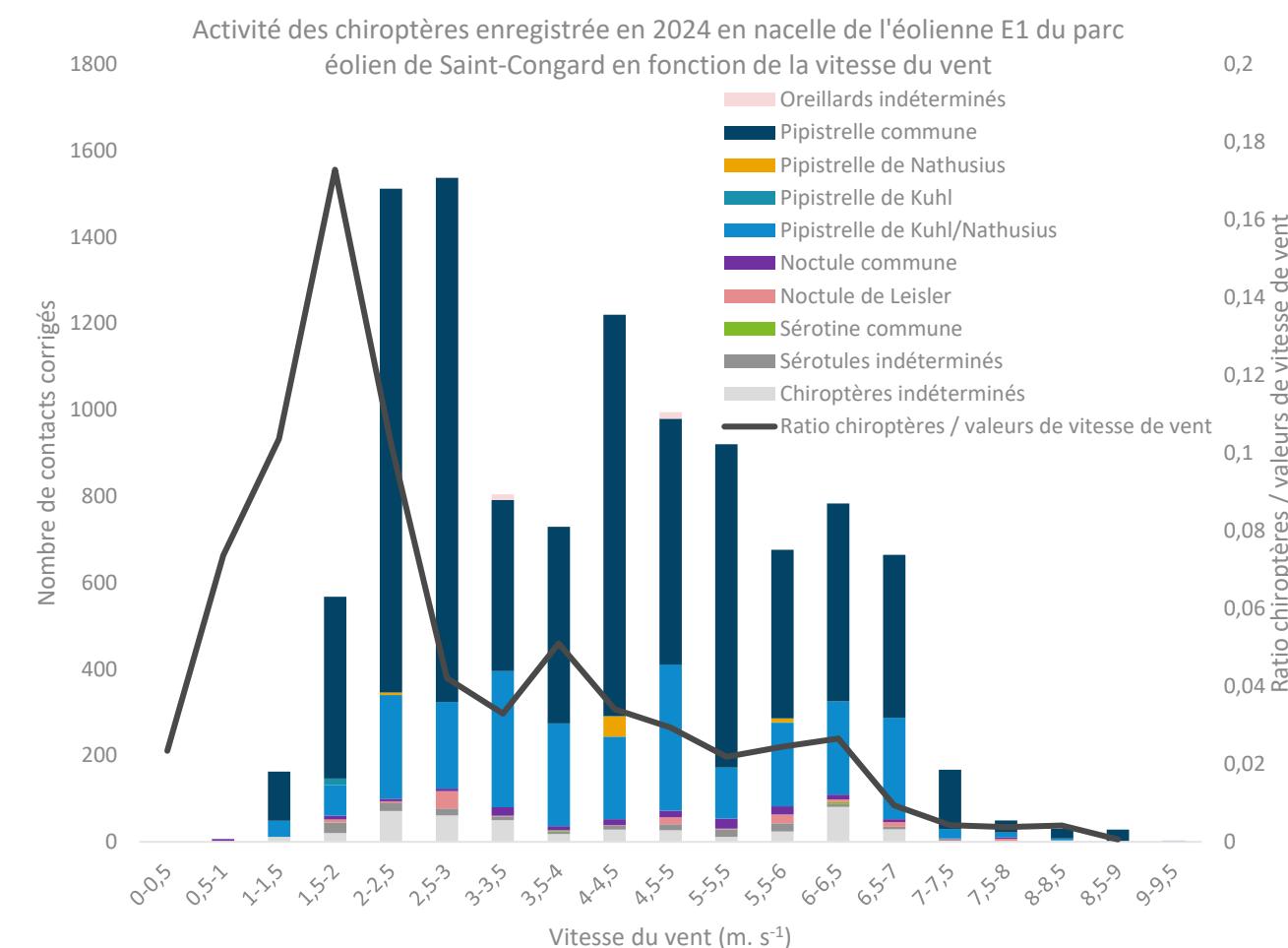
Graphique 11 : Activité des chiroptères en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée mi-mars et mi-novembre 2024, en nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard.

4.2.1.4 Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent

L'activité des chiroptères est caractérisée par des vitesses de vent comprises entre 0 et $9,5 \text{ m.s}^{-1}$ (Graphique 12). Elle augmente de manière régulière avec la vitesse de vent jusqu'à un pic d'activité pour des vents compris entre $2,5$ et $3,0 \text{ m.s}^{-1}$ ($n = 1\,538$ contacts, soit 14,2% de l'activité totale enregistrée), composé de 1 214 contacts de Pipistrelle commune, 200 contacts de Pipistrelle de Kuhl/Nathusius indifférenciée, 61 contacts de chiroptère indéterminé, 40 contacts de Noctule de Leisler, 16 contacts de Sérotule indéterminée, 6 contacts de Noctule commune et 1 contact d'Oreillard indéterminé. Ensuite, cette activité diminue drastiquement entre $3,0$ et $4,0 \text{ m.s}^{-1}$ puis augmente à nouveau à des vitesses de vent comprises entre $4,0$ et $4,5 \text{ m.s}^{-1}$ pour ensuite diminuer de manière irrégulière jusqu'à devenir nulle après $9,5 \text{ m.s}^{-1}$, alors que des valeurs de vitesses de vent jusqu'à $17,5 \text{ m.s}^{-1}$ ont bien été enregistrées sur le parc.

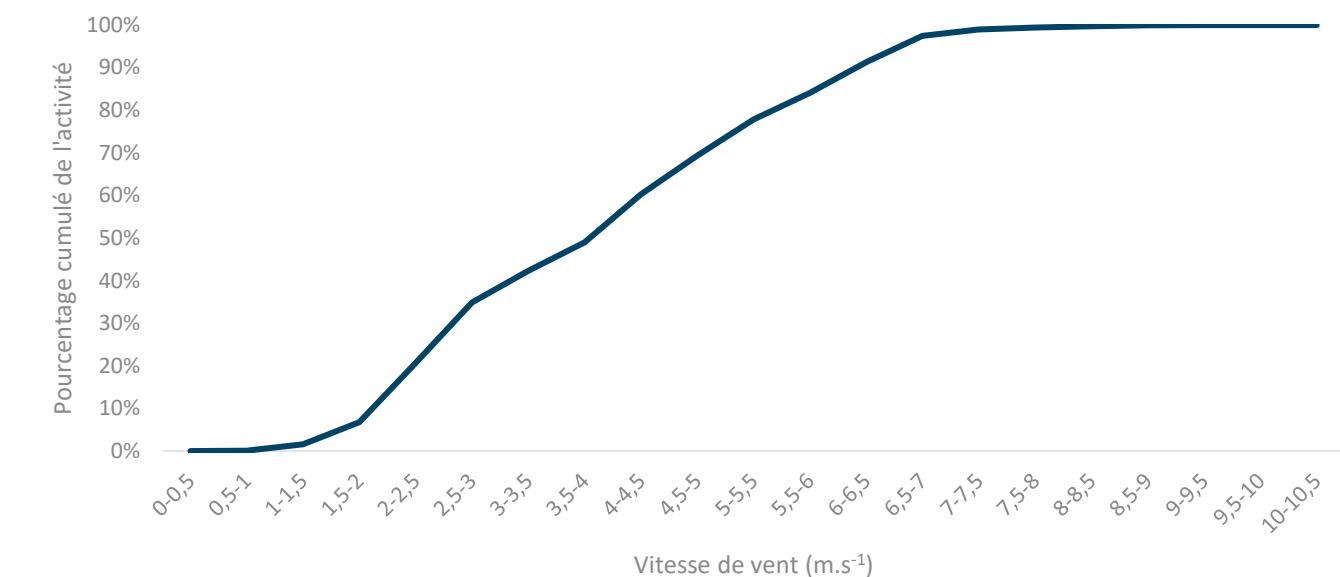
Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2024 se caractérisent par des vitesses de vent inférieures ou égales à $6,5 \text{ m.s}^{-1}$. La Noctule commune est l'espèce qui a été enregistrée pour la plus forte vitesse de vent, ainsi que le groupe des Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius.

Le ratio du nombre de contacts de chiroptères sur le nombre de valeurs de vitesse de vent enregistrées sur le parc éolien (courbe noire) met en lumière le fait que pour des vitesses de vent de 0 à $2,0 \text{ m.s}^{-1}$, le nombre de contacts de chiroptères est élevé par rapport au nombre de valeurs enregistrées pour ces vitesses de vent. Ensuite, cette courbe suit globalement le nombre de valeurs enregistrées pour chaque vitesse de vent.

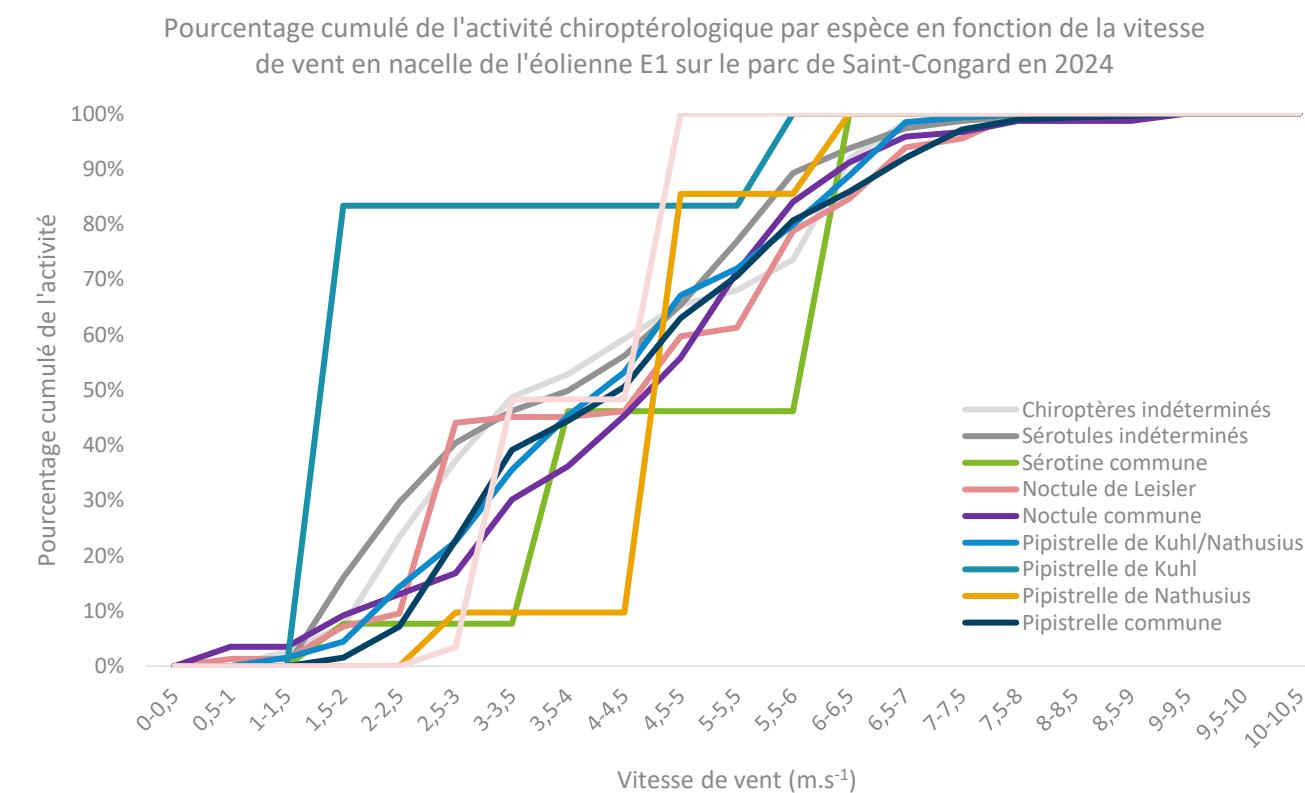


Graphique 12 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent (m.s^{-1}), en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.

Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique totale en fonction de la vitesse de vent en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc de Saint-Congard en 2024



Graphique 13 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique totale en fonction de la vitesse de vent en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc de Saint-Congard en 2024



Graphique 14 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique par espèce en fonction de la vitesse de vent en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc de Saint-Congard en 2024

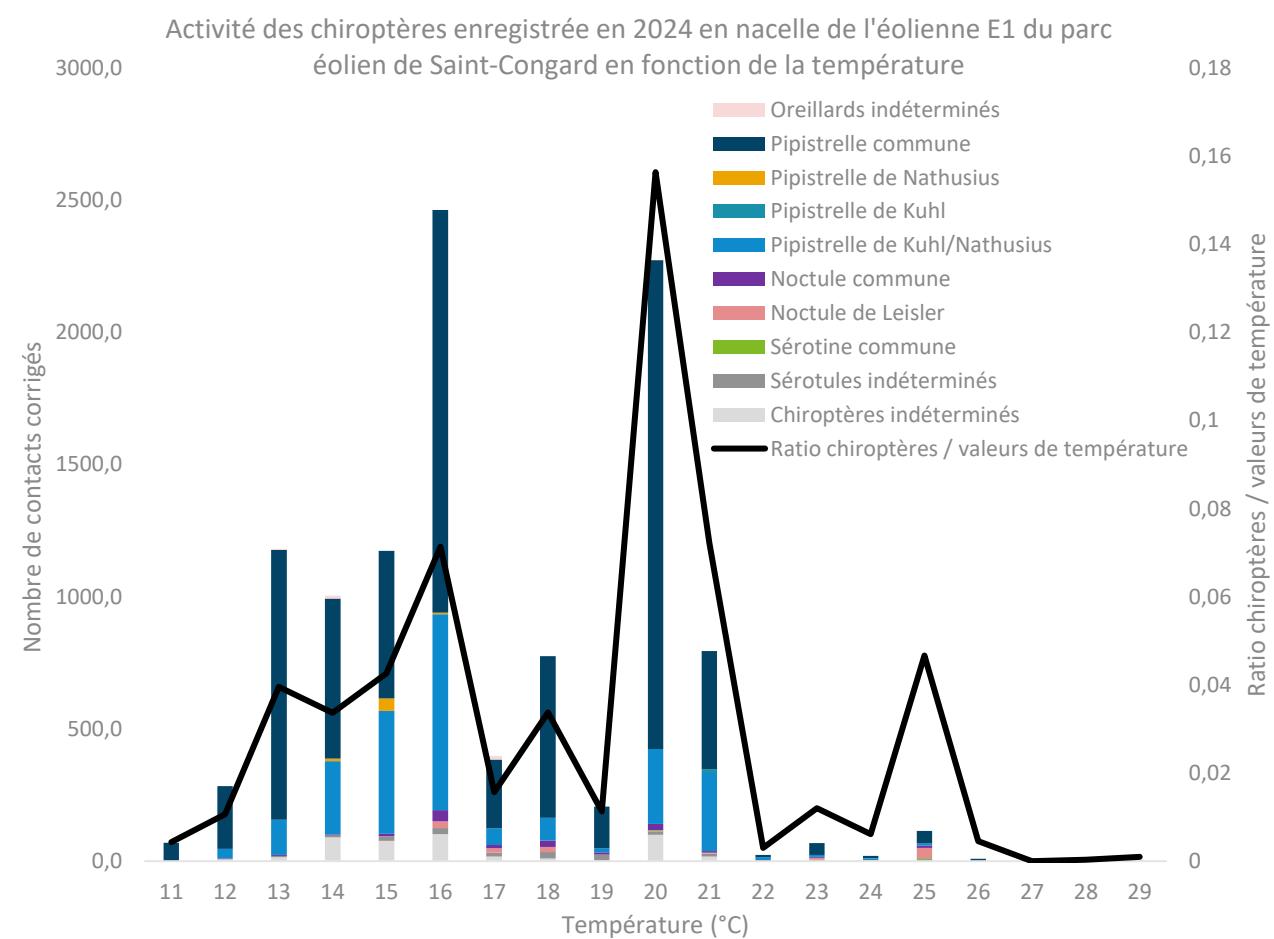
4.2.1.5 Activité des chiroptères en fonction de la température

L'activité des chiroptères est caractérisée par des températures comprises entre 11°C et 30°C (Graphique 15), alors que des valeurs de température plus extrêmes (de 0°C à 34°C) ont bien été enregistrées sur le parc.

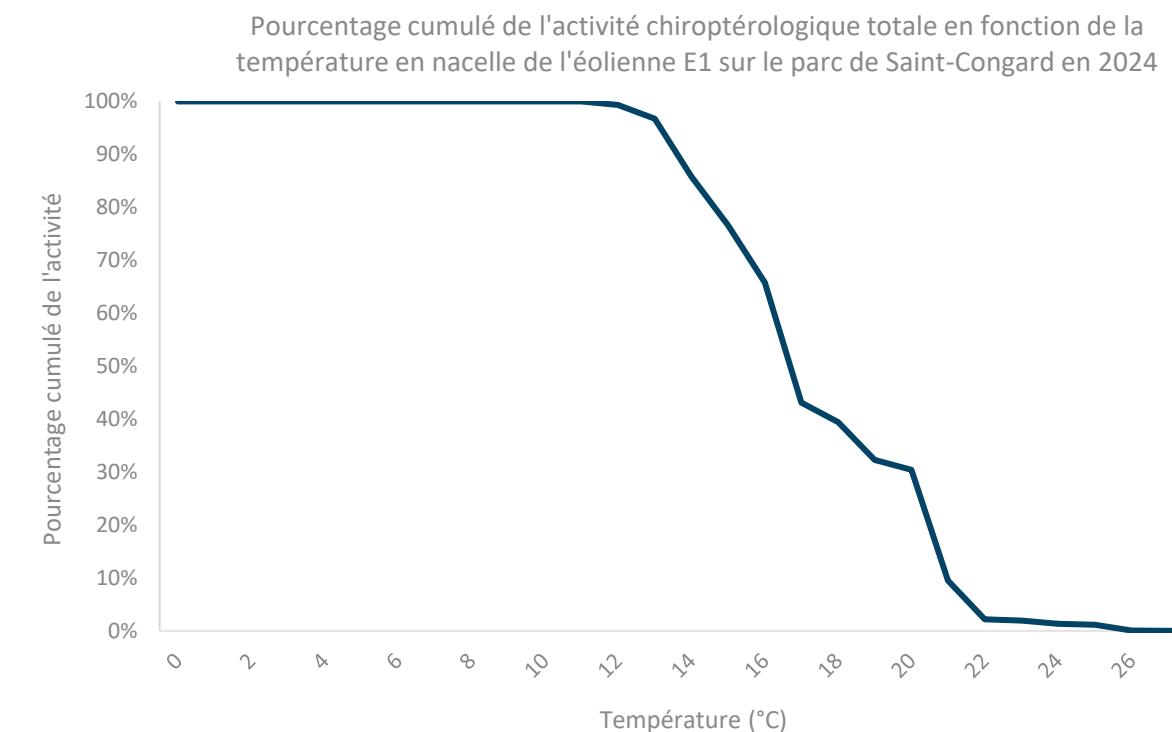
L'activité des chiroptères augmente de manière irrégulière avec la température jusqu'à un pic d'activité à 16°C ($n = 2\,462$ contacts, soit 22,7% de l'activité totale), composé de 1 523 contacts de Pipistrelle commune, 741 contacts de Pipistrelle de Kuhl/Nathusius indifférenciée, 102 contacts de chiroptère indéterminé, 41 contacts de Noctule commune, 26 contacts de Noctule de Leisler, 23 contacts de Sérotule indéterminée et 6 contacts de Pipistrelle de Nathusius. Ensuite, cette activité diminue fortement puis augmente à nouveau fortement jusqu'à un pic d'activité secondaire pour une température de 20°C. L'activité chute drastiquement au-delà de 21°C jusqu'à devenir nulle après 29°C.

Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2024 se caractérisent par des températures comprises entre 13°C et 21°C. La Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler sont les espèces qui ont été enregistrées pour la température la plus fraîche.

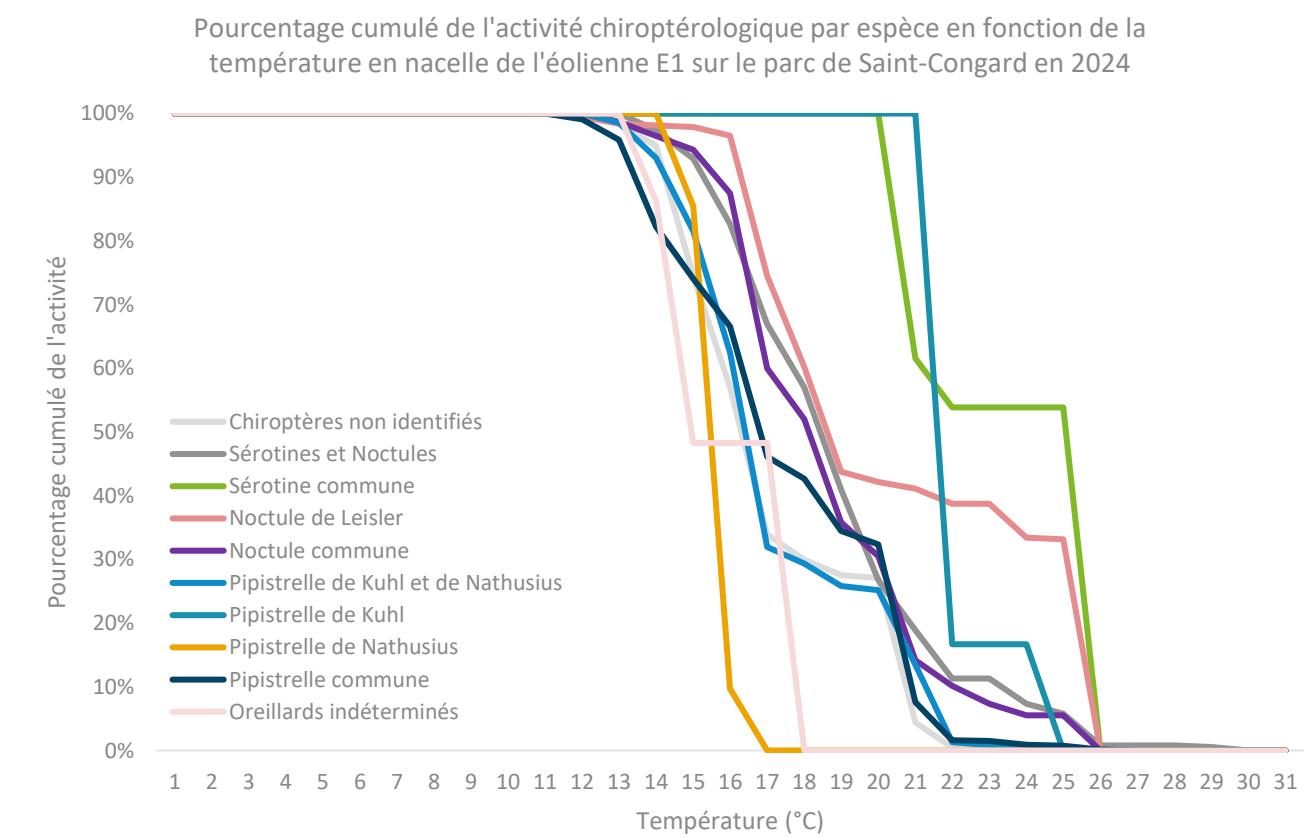
Le ratio du nombre de contacts de chiroptères sur le nombre de valeurs de température enregistrées sur le parc éolien (courbe noire) met en lumière le fait que pour le pic d'activité à 16°C, le nombre de contacts de chiroptères faible par rapport au nombre de valeurs enregistrées pour cette température. Ensuite, cette courbe suit globalement le nombre de valeurs enregistrées pour chaque température.



Graphique 15 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C), en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.



Graphique 16 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique totale en fonction de la température en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc de Saint-Congard en 2024



Graphique 17 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique par espèce en fonction de la température en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc de Saint-Congard en 2024

4.2.1.6 Activité des chiroptères en fonction du vent et de la température combinés

Le Tableau 20 présente l'activité des chiroptères en nacelle de l'éolienne E1 en fonction de la vitesse du vent et de la température combinées. Pour plus de lisibilité, les températures extrêmes et les fortes vitesses de vent n'enregistrant aucun contact de chiroptère n'ont pas été incluses dans le tableau.

On observe un pic d'activité de 783 contacts pour une température de 20°C combinée à une vitesse de vent de 2,0 m.s⁻¹ (Tableau 20). Plus de 90% de l'activité chiroptérologique enregistrée en 2024 se caractérise par une vitesse de vent inférieure ou égale à 6,5 m.s⁻¹ combinée à une température comprise entre 13°C et 21°C (encadré rouge).

	Température (°C)																				Total
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
Vitesse de vent (m.s ⁻¹)	0,5	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	1,0	0	0	0	0	0	48	7	0	0	55	53	0	0	0	0	0	0	0	0	163
	1,5	0	0	84	0	0	159	0	18	0	0	306	0	0	0	0	0	0	0	0	567
	2,0	0	13	114	114	13	350	4	0	10	783	110	0	0	0	0	0	0	0	0	1 512
	2,5	0	20	233	293	3	107	22	0	0	693	126	0	0	0	42	0	0	0	0	1 538
	3,0	0	5	53	45	15	233	64	16	18	341	0	5	7	0	1	0	0	0	0	804
	3,5	3	112	71	20	73	211	39	54	10	71	64	0	1	0	0	0	0	0	0	729
	4,0	4	93	106	57	179	264	16	379	15	64	24	0	2	5	11	0	0	0	0	1 220
	4,5	3	0	43	75	148	456	29	25	29	109	75	0	0	2	0	0	0	0	0	994
	5,0	42	1	85	30	75	380	52	45	28	96	0	1	40	2	33	9	0	0	0	920
	5,5	10	3	105	112	162	83	40	40	26	23	22	15	14	4	16	0	0	0	0	676
	6,0	8	11	58	247	132	95	74	97	7	28	6	2	3	3	12	0	0	0	0	783
	6,5	0	7	113	4	367	24	41	89	8	0	8	0	0	3	0	0	0	0	0	664
	7,0	0	11	91	5	3	37	3	5	3	6	1	0	2	0	0	0	0	0	167	
	7,5	0	6	11	0	1	4	3	5	19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	49	
	8,0	0	0	13	1	3	5	3	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
	8,5	0	0	0	0	0	0	0	0	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	28	
	9,0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	Total	70	284	1181	1004	1174	2462	398	775	206	2272	794	23	69	20	115	9	0	0	1	10 857

Tableau 20 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s⁻¹) combinées en nacelle de l'éolienne E1 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.

4.2.2 Activité des chiroptères en nacelle de l'éolienne E3

4.2.2.1 Activité brute et corrigée par espèce

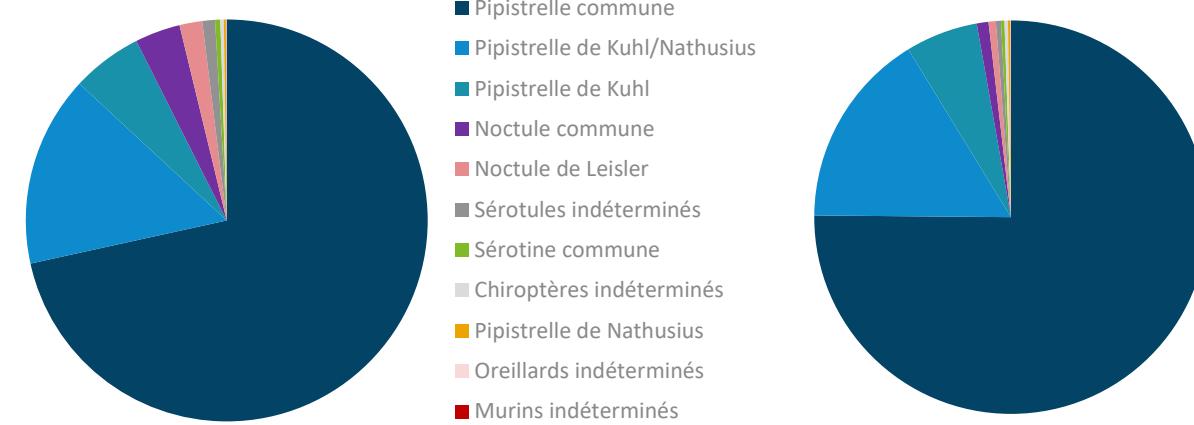
Ces suivis permettent de caractériser les espèces fréquentant le site et leurs activités. Le Tableau 19 synthétise le nombre de contacts bruts et corrigés pour chaque espèce contactée à hauteur de la nacelle de l'éolienne E3. Au total, 18 387 contacts de chiroptères ont été enregistrés sur le parc éolien de Saint-Congard. En corrigeant ce nombre en fonction des volumes de détection de chaque espèce, 17 507 contacts sont comptabilisés.

Six espèces ont été contactées et déterminées avec précision (Graphique 8) :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représente 75,1% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représente 6,0% des contacts ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représente 1,0% des contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représente 0,6% des contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représente 0,3% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) représente 0,2% des contacts ;
- Le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius indifférenciées représente 16,1% des contacts ;
- Le groupe des Sérotules indéterminées représente 0,4% des contacts ;
- Le groupe des Chiroptères indéterminés représente 0,3% des contacts ;
- Le groupe des Oreillards indéterminés représente 0,1% des contacts ;
- Le groupe des Murins indéterminés représente 0,01% des contacts.

		Contacts bruts		Contacts corrigés	
		Nombre	Proportion	Nombre	Proportion
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	13155	71,6%	13155,0	75,1%
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1041	5,7%	1041,0	6,0%
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	672	3,7%	168,0	1,0%
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	337	1,8%	104,5	0,6%
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	78	0,4%	49,1	0,3%
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	30	0,2%	30,0	0,2%
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius indifférenciée		2822	15,4%	2822,0	16,1%
Sérotines et Noctules (Sérotules) indéterminées		187	1,0%	72,9	0,4%
Chiroptères indéterminés		52	0,3%	51,2	0,3%
Oreillard indéterminés		11	0,1%	11,0	0,1%
Murins indéterminés		2	0,0%	2,0	0,01%
Total toutes espèces confondues		18 387	-	17 506,8	-

Tableau 21 : Nombre de contacts bruts et corrigés en fonction du volume de détection de chaque espèce de chiroptères, sur le parc éolien de Saint-Congard en nacelle de l'éolienne E3, entre mi-mars et mi-novembre 2024.



Graphique 18 : Proportion brute (à gauche) et corrigée (à droite) des espèces de chiroptères contactées en nacelle de l'éolienne E3 du parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.

4.2.2.2 Activité des chiroptères en fonction de la date

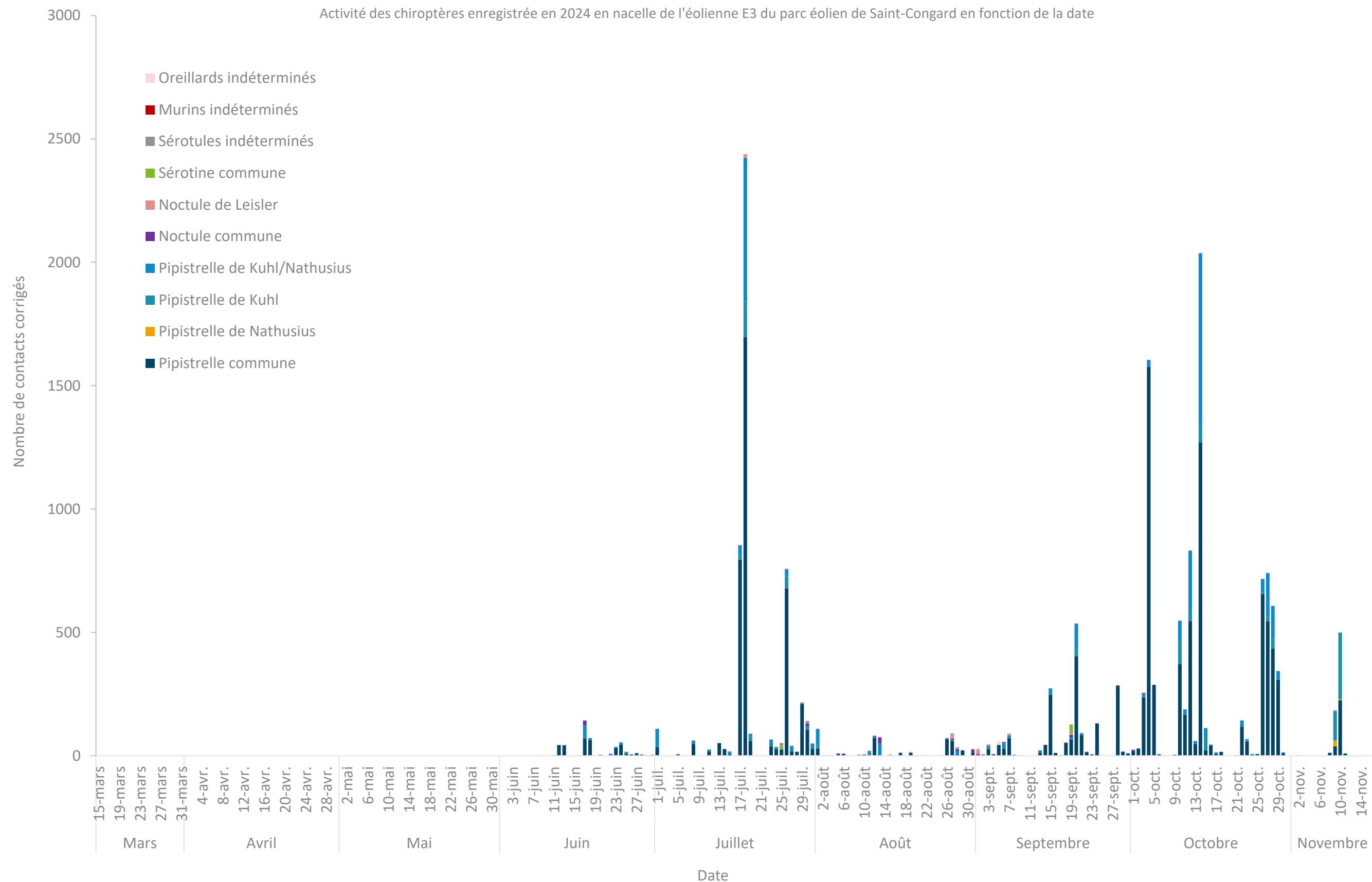
En nacelle de l'éolienne E3, la totalité des contacts a été enregistrée du 11 juin au 11 novembre 2024 (Graphique 9). Aucun contact n'a été enregistré du 15 mars (date de démarrage de l'étude) au 10 juin et du 12 au 15 novembre, alors que l'enregistreur était bien fonctionnel.

Sur cette période, un pic d'activité a été enregistré le 18/07/2024 (avec n = 2 446 contacts, soit 14,0% de l'activité totale enregistrée), en milieu de période de mise-bas et d'élevage des jeunes (parturition), et était composé de 1 696 contacts de Pipistrelle commune, 582 contacts de Pipistrelle de Kuhl/Nathusius indifférenciée, 145 contacts de Pipistrelle de Kuhl, 14 contacts de Noctule de Leisler, 7 contacts de chiroptère indéterminé et de 2 contacts de Noctule commune.

Le groupe des Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius est la première catégorie d'espèce à avoir été enregistrée et la Pipistrelle commune est la dernière espèce enregistrée. Pour rappel, le bridage nocturne dynamique ProBat® est paramétré sur l'ensemble des éoliennes du 1^{er} avril au 31 octobre.

Sur l'ensemble des 245 nuits d'enregistrement, 113 nuits présentent une activité chiroptérologique, soit 46,1% d'activité sur la période suivie.

Plus de 90% des contacts de chiroptères autour de cette éolienne se sont concentrés entre le 17/07/2024 et le 29/10/2024.



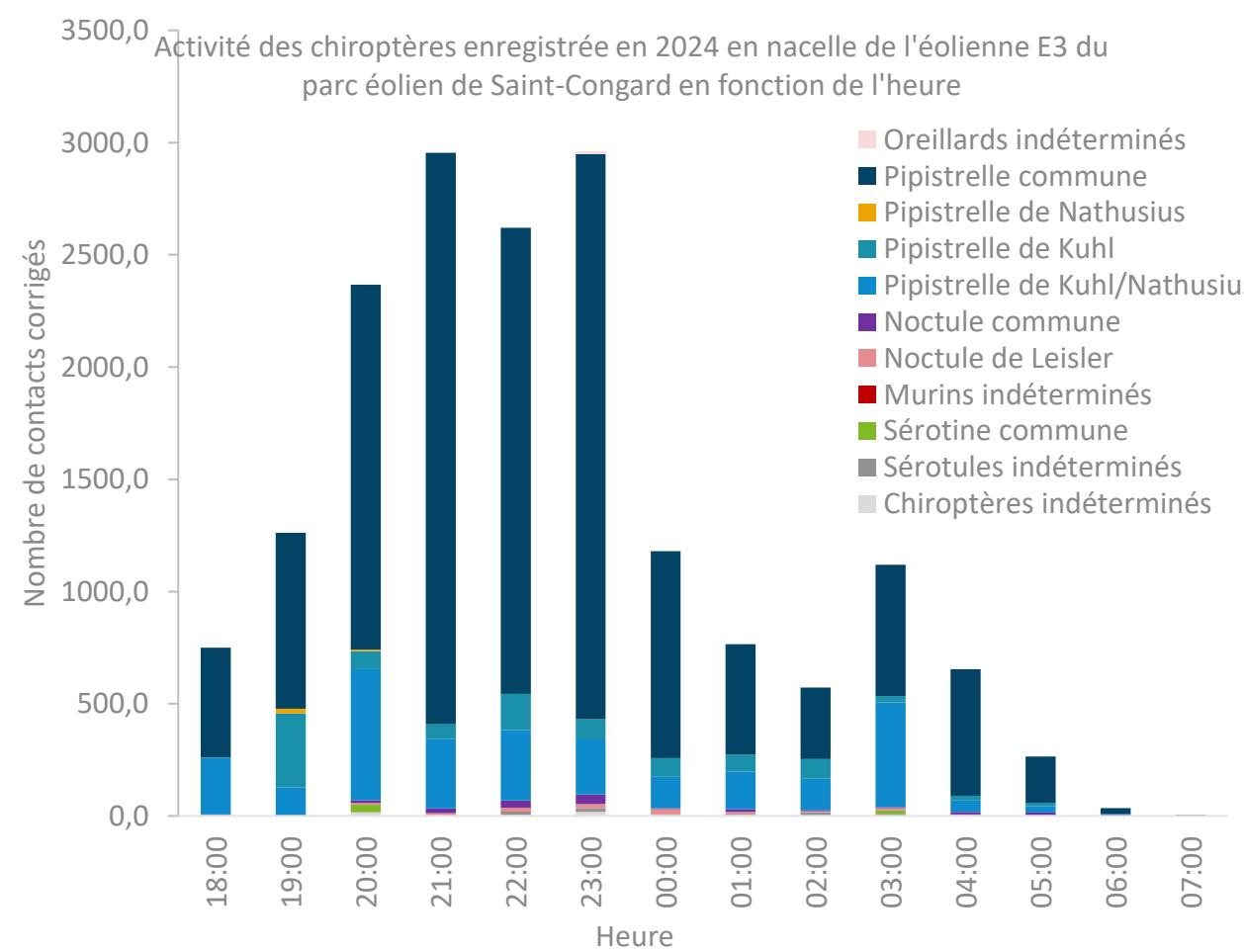
Graphique 19 : Activité des chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E3 du parc éolien de Saint-Congard en 2024.

4.2.2.3 Activité des chiroptères en fonction de l'heure

En nacelle de l'éolienne E3, l'ensemble de l'activité se déroule entre 18h00 et 08h00 (Graphique 20) avec un pic d'activité entre 23h00 et 00h00 ($n = 2\ 960$ contacts, soit 16,9% de l'activité totale enregistrée), composé de 2 517 contacts de Pipistrelle commune, 245 contacts de Pipistrelle de Kuhl/Nathusius indifférenciée, 90 contacts de Pipistrelle de Kuhl, 43 contacts de Noctule commune, 18 contacts de chiroptère indéterminé, 18 contacts de Sérotule indéterminée, 17 contacts de Noctule de Leisler, 11 contacts d'Oreillard indéterminé et 1 contact de Pipistrelle de Nathusius.

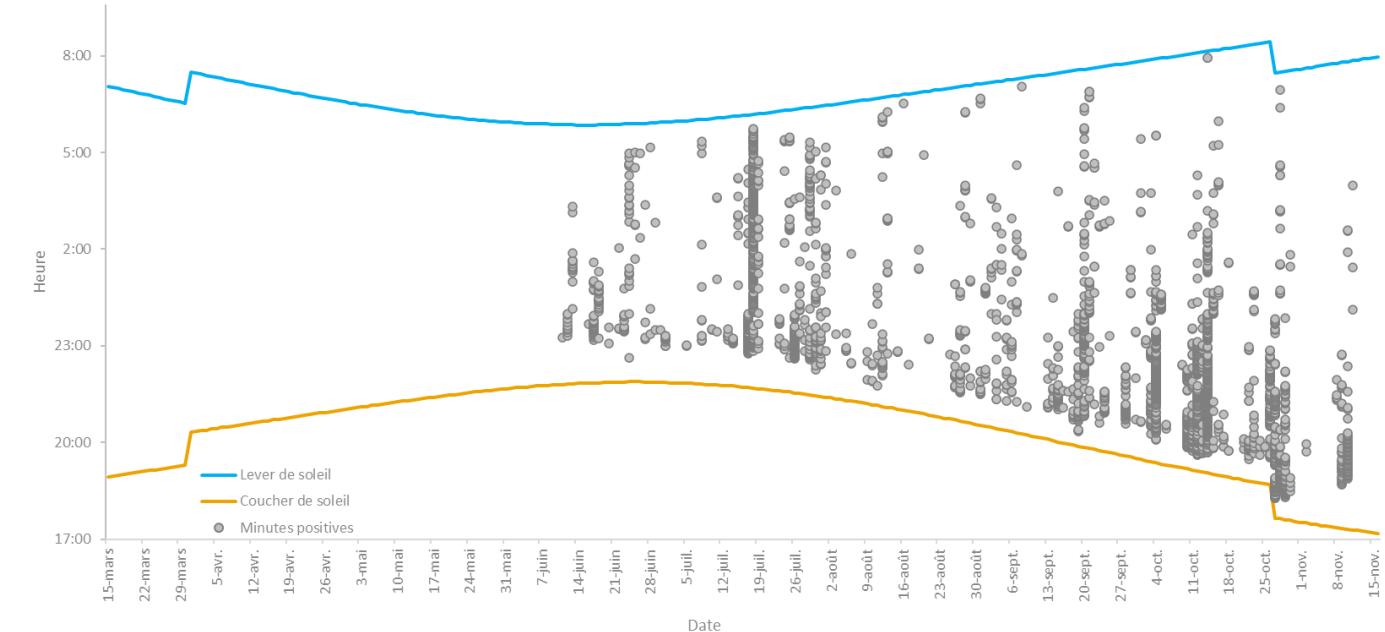
La Pipistrelle commune et la Noctule sont les espèces enregistrées le plus tôt, avec le groupe des Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule de Leisler entre 18h00 et 19h00, et aussi les deux espèces enregistrées le plus tard, entre 07h00 et 08h00, montrant ainsi la plus grande amplitude horaire.

La majeure partie de l'activité des chiroptères est concentrée entre le coucher et le lever du soleil (Graphique 11), dont plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2024 se situant entre 19h00 et 04h00, ce qui illustre donc que l'activité est bien continue tout au long de la nuit sur le parc éolien. Pour rappel, le bridage nocturne dynamique ProBat® est paramétré sur l'ensemble des éoliennes du coucher au lever de soleil jusqu'au 20 août, puis d'une heure avant le coucher de soleil à une heure après le lever de soleil jusqu'au 31 octobre. Au vu du Graphique 21, ce paramétrage pourrait potentiellement revenir à son état initial, soit un bridage du coucher au lever du soleil.



Graphique 20 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure, enregistrée entre mi-mars et mi-novembre 2024, en nacelle de l'éolienne E3 du parc éolien de Saint-Congard.

Activité des chiroptères enregistrée en 2024 en nacelle de l'éolienne E3 du parc éolien de Saint-Congard en fonction du lever et du coucher du soleil



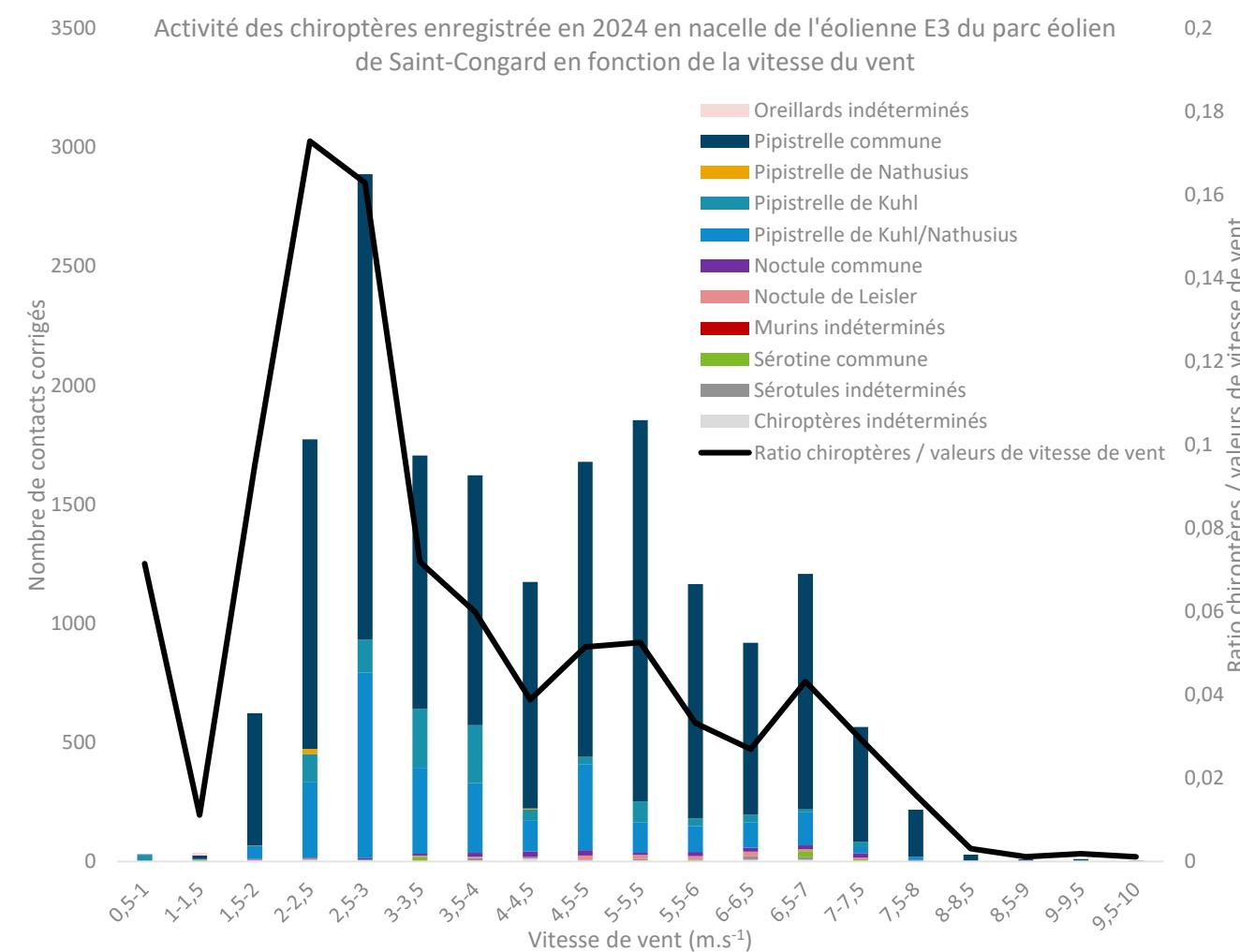
Graphique 21 : Activité des chiroptères en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée mi-mars et mi-novembre 2024, en nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Saint-Congard.

4.2.2.4 Activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent

L'activité des chiroptères est caractérisée par des vitesses de vent comprises entre 0,5 et 10 m.s⁻¹ (Graphique 12). Elle augmente de manière régulière avec la vitesse de vent jusqu'à un pic d'activité pour des vents compris entre 2,5 et 3,0 m.s⁻¹ ($n = 2\ 887$ contacts, soit 16,5% de l'activité totale enregistrée), composé de 1 954 contacts de Pipistrelle commune, 779 contacts de Pipistrelle de Kuhl/Nathusius indifférenciée, 139 contacts de Pipistrelle de Kuhl, 7 contacts de Noctule commune, 4 contacts de chiroptère indéterminé, 3 contacts de Sérotule indéterminée et 1 contact de Noctule de Leisler. Ensuite, cette activité diminue irrégulièrement jusqu'à devenir nulle après 10 m.s⁻¹, alors que des valeurs de vitesses de vent jusqu'à 17,5 m.s⁻¹ ont bien été enregistrées sur le parc.

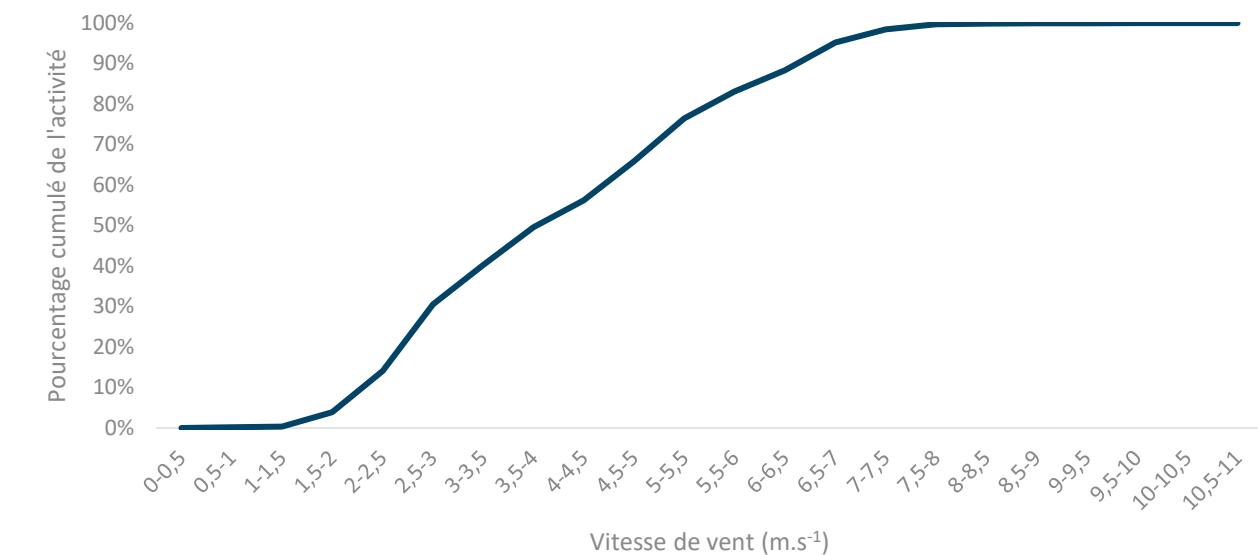
Près de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2024 se caractérisent par des vitesses de vent inférieures ou égales à 6,5 m.s⁻¹. La Pipistrelle commune est l'espèce qui a été enregistrée pour la plus forte vitesse de vent.

Le ratio du nombre de contacts de chiroptères sur le nombre de valeurs de vitesse de vent enregistrées sur le parc éolien (courbe noire) met en lumière le fait que pour des vitesses de vent de 0,5 à 3,0 m.s⁻¹, le nombre de contacts de chiroptères est élevé par rapport au nombre de valeurs enregistrées pour ces vitesses de vent. Ensuite, cette courbe suit globalement le nombre de valeurs enregistrées pour chaque vitesse de vent.



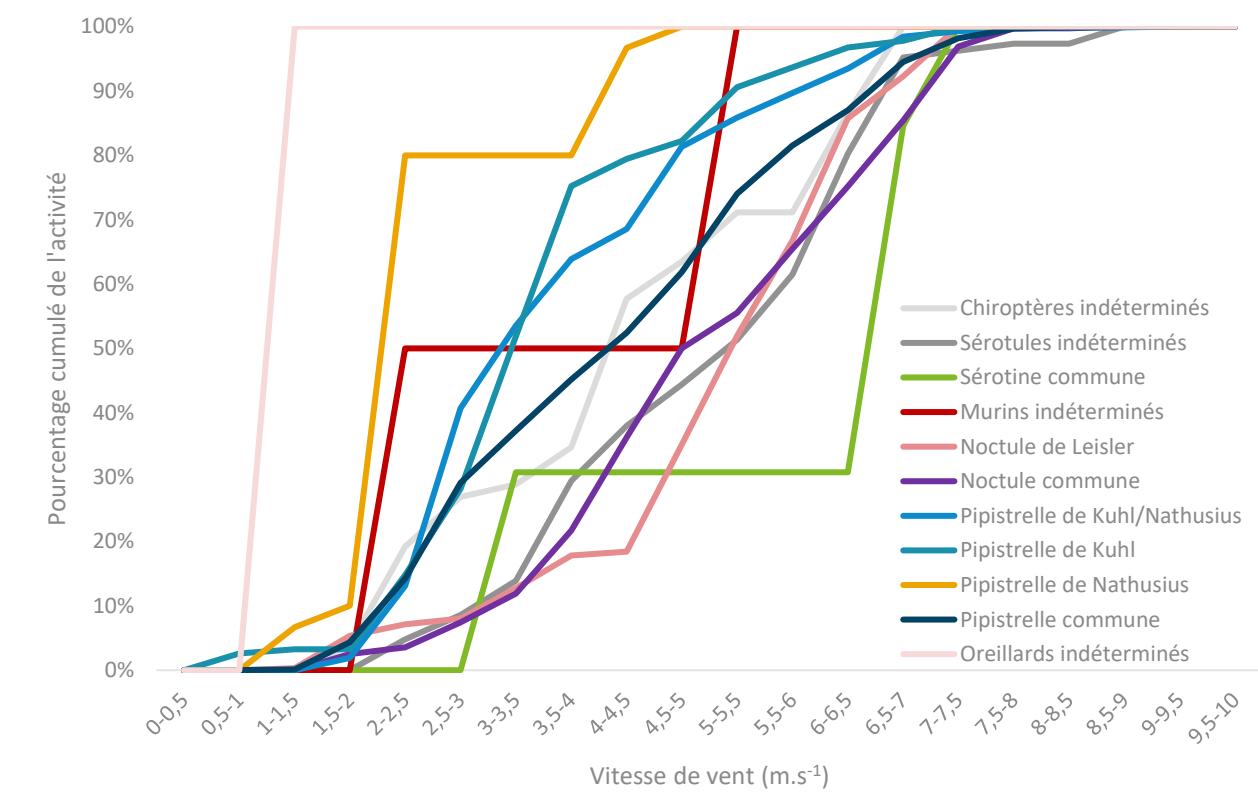
Graphique 22 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent (m.s⁻¹), en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.

Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique totale en fonction de la vitesse de vent en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc de Saint-Congard en 2024



Graphique 23 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique totale en fonction de la vitesse de vent en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc de Saint-Congard en 2024

Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique par espèce en fonction de la vitesse de vent en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc de Saint-Congard en 2024



Graphique 24 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique par espèce en fonction de la vitesse de vent en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc de Saint-Congard en 2024

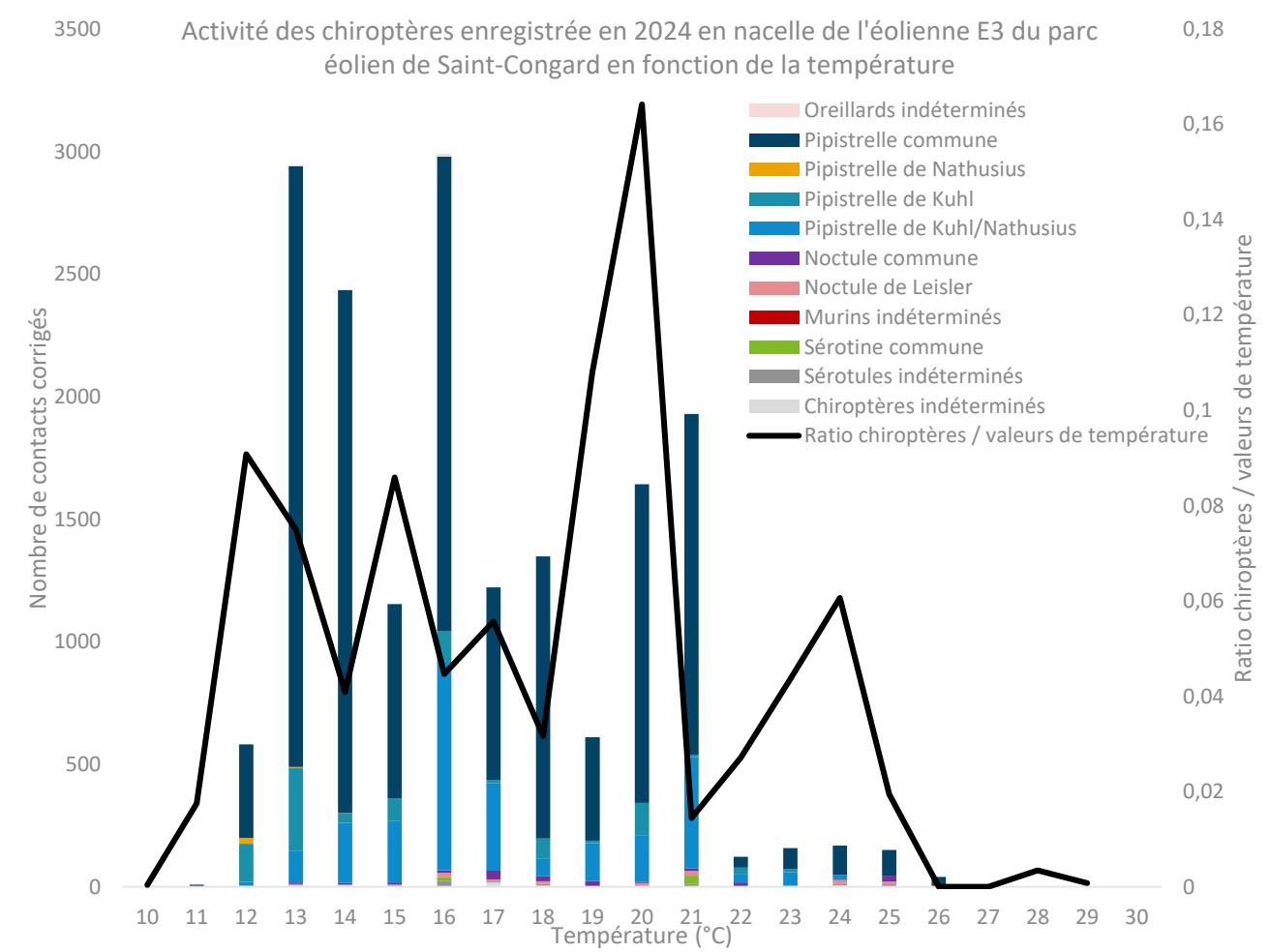
4.2.2.5 Activité des chiroptères en fonction de la température

L'activité des chiroptères est caractérisée par des températures comprises entre 10°C et 30°C (Graphique 15), alors que des valeurs de température plus extrêmes (de 0 °C à 34°C) ont bien été enregistrées sur le parc.

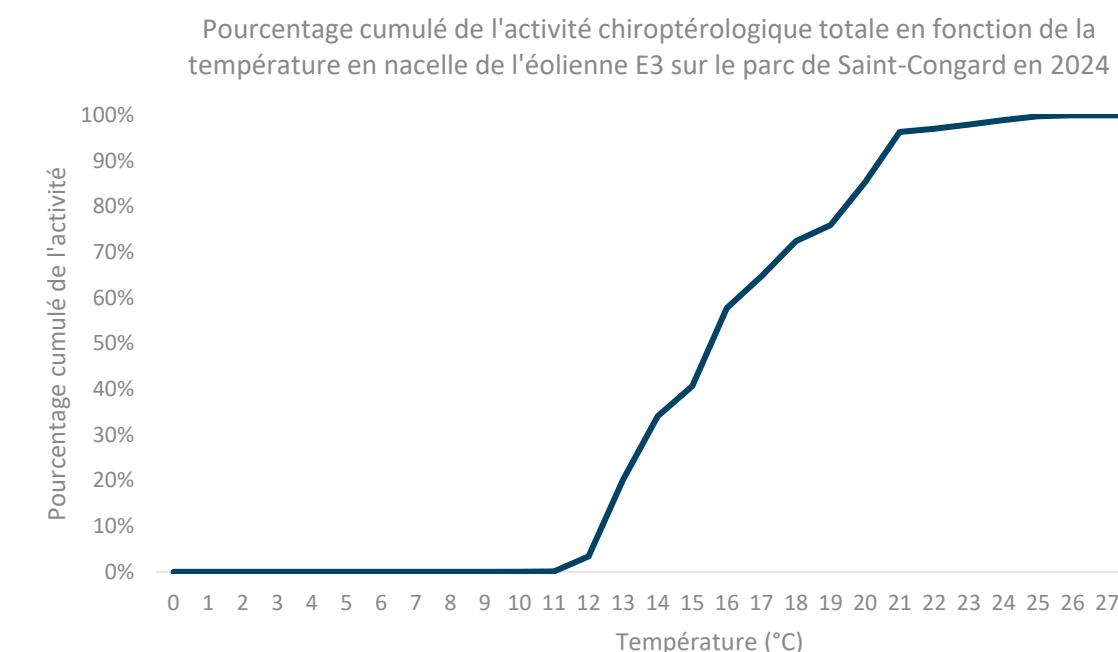
L'activité des chiroptères augmente de manière irrégulière avec la température jusqu'à un pic d'activité à 16°C (n = 2 991 contacts, soit 17,1% de l'activité totale), composé de 1 938 contacts de Pipistrelle commune, 852 contacts de Pipistrelle de Kuhl/Nathusius indifférenciée, 124 contacts de Pipistrelle de Kuhl, 25 contacts de Sérotule indéterminée, 16 contacts de Noctule de Leisler, 15 contacts de Sérotine commune, 11 contacts d'Oreillard indéterminé, 10 contacts de Noctule commune et 1 contact de chiroptère indéterminé. Ensuite, cette activité diminue pour remonter à une température de 21°C et chute drastiquement au-delà, jusqu'à devenir nulle après 30°C.

Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2024 se caractérisent par des températures comprises entre 12°C et 21°C. La Pipistrelle commune est l'espèce qui a été enregistrée pour la température la plus fraîche.

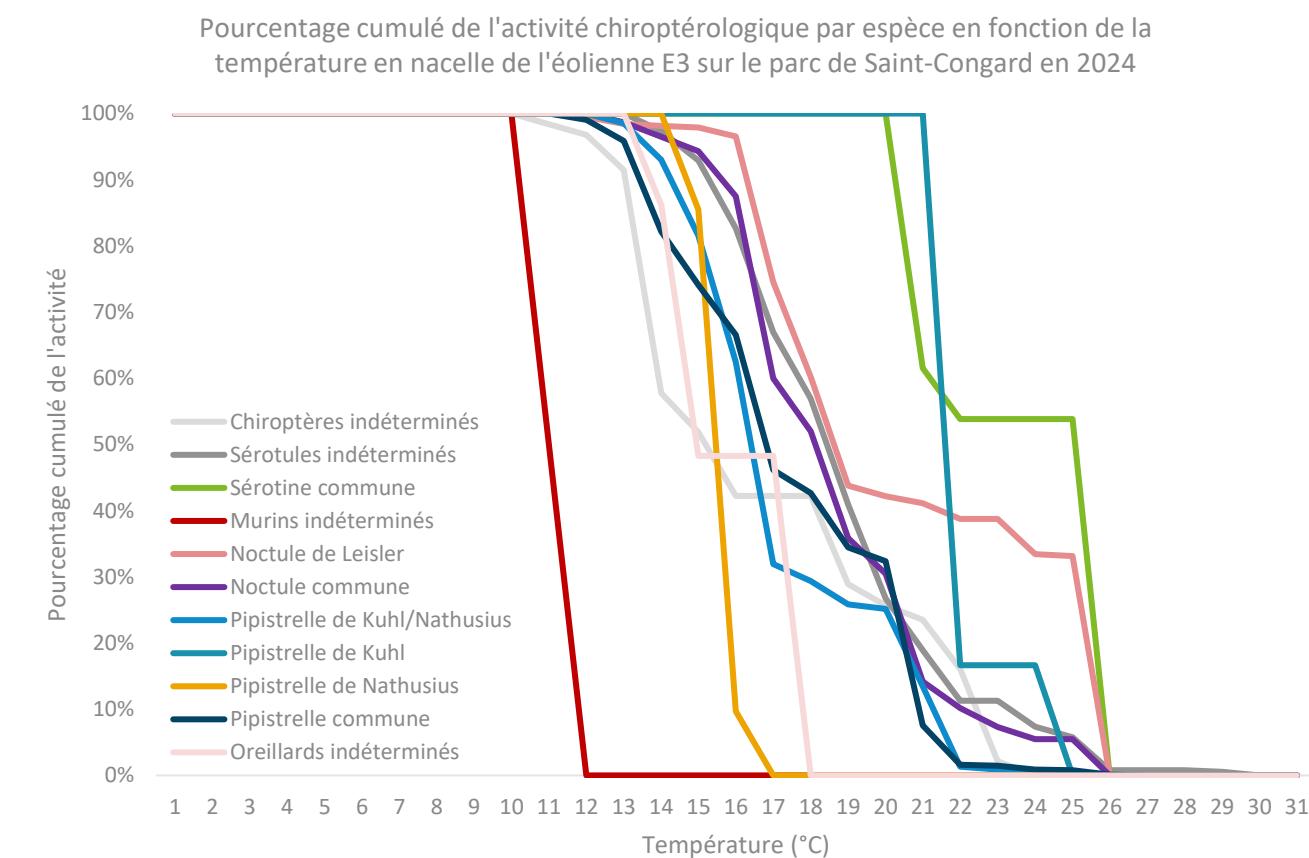
Le ratio du nombre de contacts de chiroptères sur le nombre de valeurs de température enregistrées sur le parc éolien (courbe noire) met en lumière le fait que le nombre de contacts de chiroptères suit globalement le nombre de valeurs enregistrées pour chaque température.



Graphique 25 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C), en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.



Graphique 26 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique totale en fonction de la température en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc de Saint-Congard en 2024



Graphique 27 : Pourcentage cumulé de l'activité chiroptérologique par espèce en fonction de la température en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc de Saint-Congard en 2024

4.2.2.6 Activité des chiroptères en fonction du vent et de la température combinés

Le Tableau 20 présente l'activité des chiroptères en nacelle de l'éolienne E3 en fonction de la vitesse du vent et de la température combinées. Pour plus de lisibilité, les températures extrêmes et les fortes vitesses de vent n'enregistrant aucun contact de chiroptère n'ont pas été incluses dans le tableau.

On observe un pic d'activité de 893 contacts pour une température de 16°C combinée à une vitesse de vent de 2,5 m.s⁻¹ (Tableau 20). Plus de 90% de l'activité chiroptérologique enregistrée en 2024 se caractérise par une vitesse de vent inférieure ou égale à 6,5 m.s⁻¹ combinée à une température comprise entre 12°C et 21°C (encadré rouge).

	Température (°C)																				Total	
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Vitesse de vent (m.s ⁻¹)	0,5	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	1	0	3	11	4	0	0	11	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	36
	1,5	0	0	5	66	0	0	31	0	0	0	38	483	0	0	0	0	0	0	0	0	622
	2	0	0	115	196	60	128	132	185	0	0	425	531	0	0	0	0	0	0	0	0	1773
	2,5	0	0	78	292	160	4	893	346	0	36	336	728	0	4	10	0	0	0	0	0	2886
	3	0	0	20	405	74	87	614	43	98	13	352	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1705
	3,5	0	0	45	494	400	169	202	58	33	66	103	0	3	48	2	0	0	0	0	0	1622
	4	1	5	13	117	205	192	237	92	135	9	42	34	19	24	41	8	0	0	0	0	1174
	4,5	1	0	11	144	200	97	248	180	488	147	22	48	27	0	15	30	20	0	0	0	1678
	5	0	0	0	88	784	74	92	115	256	182	171	28	4	4	14	42	0	0	0	0	1854
	5,5	0	0	20	88	448	47	144	10	222	38	4	0	8	48	11	58	21	0	0	0	1166
	6	0	0	117	200	41	113	167	50	78	30	36	12	16	4	44	12	0	0	0	0	919
	6,5	0	0	38	498	18	122	158	133	25	49	61	38	24	13	30	0	0	0	0	0	1207
	7	0	0	72	164	24	115	55	9	11	12	52	21	16	13	1	0	0	0	0	0	565
	7,5	0	0	0	175	9	7	1	0	0	22	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	218
	8	0	0	1	6	4	0	6	0	2	6	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	29
	8,5	0	0	0	0	3	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	8
	9	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	9,5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Total	2	8	581	2940	2435	1154	2991	1222	1349	610	1643	1930	122	158	168	150	40	0	0	3	1	17507

Tableau 22 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s⁻¹) combinées en nacelle de l'éolienne E3 sur le parc éolien de Saint-Congard, entre mi-mars et mi-novembre 2024.

4.3 Patrimonialité et sensibilité des espèces de chiroptères

Le Tableau 23 présente l'ensemble des espèces contactées au cours du suivi annuel, en fonction de leur caractère patrimonial (statuts de protection et de conservation) et de leur sensibilité aux collisions avec les éoliennes.

Toutes les espèces de chauves-souris présentes en France sont intégralement protégées par l'Arrêté Ministériel du 23 Avril 2007. Depuis 1979, au niveau international, la Convention de Bonn et la Convention de Berne demandent aux états contractants d'assurer la protection de toutes les espèces de chauves-souris décrites dans les annexes, ainsi que la protection des gîtes de reproduction et d'hibernation. En 1992, la Directive « Habitat - Faune – Flore » demande aux pays de la Communauté Européenne la protection stricte de toutes les espèces de chiroptères (elles figurent à l'annexe IV), ainsi que la désignation de Zones Spéciales de Conservation pour les 12 espèces figurant à l'annexe II. Dix-neuf espèces sont classées dans la liste rouge de la faune menacée de France et 13 espèces sont présentes sur la liste rouge mondiale.

Espèce	Directive Habitats	Berne	Bonn	EURO BATS	LR Europe	LR France	LR Région	Note de risque
Noctule commune	IV	II	II	I	LC	VU	NT	4
Pipistrelle de Natusius	IV	II	II	I	LC	NT	NT	3,5
Pipistrelle commune	IV	III	II	I	LC	NT	LC	3,5
Noctule de Leisler	IV	II	II	I	LC	NT	NT	3,5
Sérotine commune	IV	II	II	I	LC	NT	LC	3
Pipistrelle de Kuhl	IV	II	II	I	LC	LC	LC	3

Tableau 23 : Synthèse des valeurs patrimoniales (statuts de protection et de conservation) de chaque espèce de chiroptère recensée sur le parc éolien de Saint-Congard entre mi-mars et mi-novembre 2024.

Légende :

- Directive Habitats = Annexe de la Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore
- Berne/Bonn = Annexe des conventions de Berne/Bonn
- EUROBATS = Annexe de la convention de Bonn, accord EUROBATS
- LR Europe/France = Liste rouge Européenne / Française (2017) / Régionale (2015, validée par le CSRPN mais pas l'IUCN, Bretagne).
- VU** : Vulnérable / **NT** : Quasi menacée / **LC** : Préoccupation mineure

Selon la méthodologie de calcul de la note de risque, présentée dans le paragraphe 3.7, la Noctule commune est l'espèce la plus vulnérable face au risque de collision avec les pales des éoliennes (note de 4/4,5), suivie de près par la Pipistrelle de Natusius, la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler (note de 3,5/4,5). La Sérotine commune et la Pipistrelle de Kuhl présentent une vulnérabilité moins élevée (3/4,5).

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de chaque espèce de chiroptères sont les suivantes :

Pipistrelle commune – E1		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 7 453	
Nombre de contacts corrigés	N = 7 453,0	
Proportion par rapport aux contacts totaux	68,7 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 1 939, le 18/07	Du 06/05 au 30/10/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 1 257 entre 22h00 et 23h00	Entre 18h00 et 08h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 1 847 pour 20°C	11°C à 27°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 1 214 entre 2,5 et 3,0 m.s ⁻¹	1,0 à 9,0 m.s ⁻¹

Tableau 24 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024

Pipistrelle commune – E3		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 13 155	
Nombre de contacts corrigés	N = 13 155,0	
Proportion par rapport aux contacts totaux	75,1 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 1 696, le 18/07	Du 12/06 au 11/11/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 2 546 entre 21h00 et 22h00	Entre 18h00 et 08h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 2 451 pour 13°C	10°C à 30°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 1 954 entre 2,5 et 3,0 m.s ⁻¹	0,5 à 10,0 m.s ⁻¹

Tableau 25 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024

Pipistrelle de Natusius – E1		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 62	
Nombre de contacts corrigés	N = 62,0	
Proportion par rapport aux contacts totaux	0,6 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 47, le 27/10	Du 12/10 au 27/10/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 47 entre 20h00 et 21h00	Entre 20h00 et 00h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 47 pour 15°C	14°C à 17°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 47 entre 4,0 et 4,5 m.s ⁻¹	2,0 à 6,0 m.s ⁻¹

Tableau 26 : Données d'activité de la Pipistrelle de Natusius sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024

Pipistrelle de Natusius – E3		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 30	
Nombre de contacts corrigés	N = 30,0	
Proportion par rapport aux contacts totaux	0,2 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 25, le 09/11/24	Du 12/06 au 10/11/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 22 entre 19h00 et 20h00	Entre 19h00 et 00h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 24 pour 12°C	12°C à 15°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 21 entre 2,0 et 2,5 m.s ⁻¹	1,0 à 5,0 m.s ⁻¹

Tableau 27 : Données d'activité de la Pipistrelle de Natusius sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024

Pipistrelle de Kuhl – E1		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 18	
Nombre de contacts corrigés	N = 18,0	
Proportion par rapport aux contacts totaux	0,2 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 15, le 17/07	Du 17/07 au 27/08/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 15 entre 23h00 et 00h00	Entre 22h00 et 00h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 15 pour 21°C	21°C à 25°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 15 entre 1,5 et 2,0 m.s ⁻¹	1,5 à 6,0 m.s ⁻¹

Tableau 28 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024

Noctule de Leisler – E1		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 377	
Nombre de contacts corrigés	N = 116,9	
Proportion par rapport aux contacts totaux	1,1 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 39, le 12/08	Du 04/07 au 13/10/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 44 entre 05h00 et 06h00	Entre 21h00 et 06h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 39 pour 25°C	11°C à 26°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 40 entre 2,5 et 3,0 m.s ⁻¹	0,5 à 8,0 m.s ⁻¹

Tableau 32 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024

Pipistrelle de Kuhl – E3		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 1 041	
Nombre de contacts corrigés	N = 1 041,0	
Proportion par rapport aux contacts totaux	6,0 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 269, le 10/11	Du 17/06 au 10/11/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 330 entre 19h00 et 20h00	Entre 18h00 et 06h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 339 pour 13°C	12°C à 24°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 247 entre 3,0 et 3,5 m.s ⁻¹	0,5 à 7,5 m.s ⁻¹

Tableau 29 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024

Noctule de Leisler – E3		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 337	
Nombre de contacts corrigés	N = 104,5	
Proportion par rapport aux contacts totaux	0,6 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 19, le 01/09	Du 24/06 au 09/11/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 24 entre 00h00 et 01h00	Entre 18h00 et 06h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 18 pour 21°C	12°C à 26°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 20 entre 6,0 et 6,5 m.s ⁻¹	1,0 à 7,5 m.s ⁻¹

Tableau 33 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024

Noctule commune – E1		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 600	
Nombre de contacts corrigés	N = 150,0	
Proportion par rapport aux contacts totaux	1,4 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 28, le 13/08	Du 17/06 au 22/10/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 33 entre 23h00 et 00h00	Entre 19h00 et 09h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 41 pour 16°C	12°C à 26°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 23 entre 5,0 et 5,5 m.s ⁻¹	0,5 à 9,5 m.s ⁻¹

Tableau 30 : Données d'activité de la Noctule commune sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024

Sérotine commune – E1		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 13	
Nombre de contacts corrigés	N = 8,2	
Proportion par rapport aux contacts totaux	0,1 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 4, le 27/08	Du 17/07 au 27/08/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 4 entre 21h00 et 22h00	Entre 21h00 et 01h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 4 pour 25°C	20°C à 26°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 4 entre 6,0 et 6,5 m.s ⁻¹	1,5 à 6,5 m.s ⁻¹

Tableau 34 : Données d'activité de la Sérotine commune sur l'éolienne E1 de Saint-Congard en 2024

Noctule commune – E3		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 672	
Nombre de contacts corrigés	N = 168,0	
Proportion par rapport aux contacts totaux	1,0 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 25, le 13/08	Du 16/06 au 27/10/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 43 entre 23h00 et 00h00	Entre 19h00 et 08h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 35 pour 17°C	12°C à 31°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 24 entre 4,0 et 4,5 m.s ⁻¹	1,5 à 9,0 m.s ⁻¹

Tableau 31 : Données d'activité de la Noctule commune sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024

Sérotine commune – E3		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 78	
Nombre de contacts corrigés	N = 49,1	
Proportion par rapport aux contacts totaux	0,3 %	
Nombre de contacts en fonction de la date	N = 34, le 19/09	Du 25/07 au 19/09/24
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N = 44 entre 05h00 et 06h00	Entre 21h00 et 06h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N = 34 pour 21°C	16°C à 22°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N = 26 entre 6,5 et 7,0 m.s ⁻¹	3,0 à 7,5 m.s ⁻¹

Tableau 35 : Données d'activité de la Sérotine commune sur l'éolienne E3 de Saint-Congard en 2024

⇒ **Synthèse du suivi d'activité des chiroptères par les TrackBats en altitude sur le parc éolien de Saint-Congard**

Un total de 10 857 contacts corrigés de chiroptères a été comptabilisé en nacelle de l'éolienne E1 et 17 507 contacts corrigés de chiroptères a été comptabilisé en nacelle de l'éolienne E3. L'activité est donc plus importante sur la partie sud-est du parc.

Au moins six espèces ont été identifiées avec précision :

- La **Pipistrelle commune** représente 68,7% des contacts sur E1 et 75,1% sur E3 ;
- La **Noctule commune** représente 1,4% des contacts sur E1 et 1,0% sur E3 ;
- La **Noctule de Leisler** représente 1,1% des contacts sur E1 et 0,6% sur E3 ;
- La **Pipistrelle de Natusius** représente 0,6% des contacts sur E1 et 0,2% sur E3 ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** représente 0,2% des contacts sur E1 et 6,0% sur E3 ;
- La **Sérotine commune** représente 0,1% des contacts sur E1 et 0,3% sur E3.
- Les Pipistrelles de Kuhl/Natusius indifférenciées représente 22,4% des contacts sur E1 et 16,1% sur E3 ;
- Les Chiroptères indéterminés représente 4,1% des contacts sur E1 et 0,3% sur E3 ;
- Les Sérotules indéterminées représente 1,4% des contacts sur E1 et 0,4% sur E3 ;
- Les Oreillard indéterminés représente 0,3% des contacts sur E1 et 0,1 sur E3 ;
- Les Murins indéterminés représente 0,01% des contacts sur E3 et n'ont pas du tout été enregistrés sur E1.

La Pipistrelle commune, et le groupe des Pipistrelles de façon générale, est donc majoritaire en altitude sur les deux éoliennes étudiées.

L'ensemble des contacts a été enregistré du 06 mai au 11 novembre 2024. **Plus de 90% des contacts sont concentrés entre le 17 juillet et le 26 octobre 2024 en nacelle de l'éolienne E1 et entre le 17 juillet et le 29 octobre 2024 en nacelle de l'éolienne E3**, avec un pic d'activité enregistré le 18 juillet 2024 (sur les deux éoliennes) en période de parturition. Le parc présente donc une activité prononcée en parturition et lors de la migration automnale, et plus faible en début de saison lors de la migration printanière.

L'ensemble de l'activité se déroule entre 18h00 et 09h00, avec un pic d'activité entre 22h00 et 23h00 en nacelle de l'éolienne E1 et entre 23h00 et 00h00 en nacelle de l'éolienne E3. **Plus de 90% des contacts de chiroptères sont concentrés entre 20h00 et 05h00** en nacelle de l'éolienne E1 et **entre 19h00 et 04h00** en nacelle de l'éolienne E3, ce qui traduit bien l'impression d'activité continue tout au long de la nuit.

La totalité de l'activité est enregistrée pour des vitesses de vent inférieures à $9,5 \text{ m.s}^{-1}$ en nacelle de l'éolienne E1 et inférieures à $10,0 \text{ m.s}^{-1}$ en nacelle de l'éolienne E3, dont **90% de cette activité pour des vitesses de vent inférieures ou égales à $6,5 \text{ m.s}^{-1}$** pour les deux éoliennes. Un pic d'activité a été enregistré pour une vitesse de vent comprise entre 2,5 et 3,0 m.s^{-1} pour les deux éoliennes.

La totalité de l'activité est enregistrée pour des températures comprises entre 11°C et 30°C en nacelle de l'éolienne E1 et 10°C et 30°C en nacelle de l'éolienne E3, dont **90% de cette activité pour des températures entre 12°C (sur E3) - 13°C (sur E1) et 21°C inclus**. Un pic d'activité a été enregistré pour une température de 16°C pour les deux éoliennes.

Les conditions d'activité chiroptérologique (dates, plage horaire, vitesse de vent, température) sont donc très similaire entre les deux éoliennes suivies faisant ressortir que l'activité globale sur l'ensemble du parc ne doit pas être différente et permettant la mise en place de conditions de bridage communes à l'intégralité du parc.

5 DISCUSSION

5.1 Synthèse du suivi de la mortalité aviaire

D'après l'étude d'impact effectuée en 2009, le projet du parc éolien de Saint-Congard ne se situait pas sur un site de reproduction majeur ni sur un axe migratoire important à l'échelle de la région. Des espèces à fort enjeu patrimonial, comme l'**Alouette lulu** (*Lullula arborea*) et l'**Engoulement d'Europe** (*Caprimulgus europaeus*), avaient néanmoins été inventoriées en période de nidification.

En 2018, un inventaire des oiseaux hivernants et nicheurs avait été réalisé, permettant de recenser 29 espèces d'oiseaux en période hivernale et 36 espèces en période de nidification, parmi lesquelles l'**Alouette des champs** (*Alauda arvensis*), le **Bruant jaune** (*Emberiza citrinella*), le **Chardonneret élégant** (*Carduelis carduelis*), le **Goéland argenté** (*Larus argentatus*), la **Linotte mélodieuse** (*Carduelis cannabina*), le **Pipit farlouse** (*Anthus pratensis*), la **Tourterelle des bois** (*Streptopelia turtur*) et le **Verdier d'Europe** (*Chloris chloris*) ont été considérées comme espèces patrimoniales.

En 2018, un cadavre d'oiseau avait été découvert sous les éoliennes du parc de Saint-Congard : une **Buse variable** (*Buteo buteo*). La mortalité réelle avait été estimée entre 3 et 7,6 oiseaux tués par mois sur l'ensemble du parc éolien de Saint-Congard.

En 2020, aucun cadavre d'oiseaux n'avait été découvert lors du suivi de mortalité.

En 2024, les suivis de mortalité au sol se sont déroulés sans encombre, même si la couverture végétale a parfois minimisé l'efficacité des prospections. L'analyse quantitative de la mortalité aviaire fait état d'aucun cadavre d'oiseau retrouvé en 2024. La mortalité réelle a donc été estimée à **1,3 oiseaux tués par éolienne et par an**. Ces taux de mortalité sont inférieurs à ceux rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires (Marx, 2017). Une forte prédatation a été remarquée sur le parc éolien de Saint-Congard : temps moyen de persistance de 3,5 jours en 2024 et taux de persistance au sixième jour estimé à 0%.

Espèce	Présence de l'espèce lors de l'étude d'impact	Cas de mortalité recensés		
		2018	2020	2024
Buse variable (<i>Buteo buteo</i>)	Oui	1	-	-
Total des cadavres retrouvés		1	0	0

Tableau 36 : Comparaison des oiseaux recensés sur le parc éolien de Saint-Congard lors de l'étude d'impact en 2009 et lors des suivis de la mortalité en 2018, 2020 et 2024.

L'impact du parc éolien de Saint-Congard est considéré non significatif pour l'avifaune au vu de toutes les études faites à ce jour.

5.2 Synthèse du suivi acoustique et de la mortalité des chiroptères

Aucune étude des chiroptères en altitude n'avait été effectuée au moment de l'étude d'impact. Deux suivis estivaux au sol avaient eu lieu, recensant deux espèces de chiroptères sur site : le **Grand Murin** (*Myotis myotis*) et la **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*).

En 2018, le TrackBat positionné en nacelle des éoliennes E1 et E2 avait permis de recenser six espèces en altitude :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représentait 46% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représentait 20% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) représentait 18% des contacts ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représentait 6% des contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représentait 4% des contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représentait 3% des contacts ;
- Le groupe des Sérotules indéterminées (Noctules et Sérotines) représentait 4% des contacts.

En 2018, environ 90% de l'activité chiroptérologique avait été caractérisée par les paramètres suivants :

- Entre le 26 avril et le 20 septembre,
- Entre 20h00 et 05h00,
- Pour des vitesses de vent inférieures à 6 m.s^{-1} ,
- Pour des températures comprises entre 12°C et 30°C .

De plus, un suivi d'écoute au sol réalisé entre juillet 2017 et avril 2018 avait permis de recenser six autres espèces de chauves-souris :

- La **Barbastelle d'Europe** (*Barbastella barbastellus*),
- L'**Oreillard gris** (*Plecotus austriacus*),
- Le **Murin de Bechstein** (*Myotis bechsteinii*),
- Le **Murin de Daubenton** (*Myotis daubentonii*),
- Le **Murin de Natterer** (*Myotis nattereri*),
- Le **Petit Rhinolophe** (*Rhinolophus hipposideros*).

En 2022, les TrackBats positionnés en nacelle des éoliennes E1 et E3 avait permis de recenser six espèces en altitude :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représentait entre 74,3 et 75% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) représentait entre 13,7 et 14,9% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représentait entre 2,4 % et 2,9% des contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représentait entre 0,6% et 4,4% des contacts ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représentait entre 1% et 2,3% des contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représentait entre 0,1% et 0,3% des contacts.

En 2022, environ 90% de l'activité chiroptérologique a été caractérisée par les paramètres suivants :

- Entre le 20 juin et 08 octobre pour E1 ; entre le 20 juin et le 10 octobre pour E3,
- Entre 21h20 et 06h10 pour E1 ; entre 21h10 et 05h50 pour E3,
- Pour des vitesses de vent inférieures à $6,5 \text{ m.s}^{-1}$ pour les deux éoliennes.
- Pour des températures supérieures à 12°C pour les deux éoliennes.

En 2024, les TrackBats positionnés en nacelle des éoliennes E1 et E3 ont de nouveau permis de recenser six espèces en altitude :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représente 68,7% des contacts sur E1 et 75,1% sur E3 ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représente 1,4% des contacts sur E1 et 1,0% sur E3 ;

- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représente 1,1% des contacts sur E1 et 0,6% sur E3 ;
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) représente 0,6% des contacts sur E1 et 0,2% sur E3 ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représente 0,2% des contacts sur E1 et 6,0% sur E3 ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représente 0,1% des contacts sur E1 et 0,3% sur E3 ;
- Le groupe des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius représente 22,4% des contacts sur E1 et 16,1% sur E3 ;
- Le groupe des Chiroptères indéterminés représente 4,1% des contacts sur E1 et 0,3% sur E3 ;
- Le groupe des Sérotules indéterminées représente 1,4% des contacts sur E1 et 0,4% sur E3 ;
- Le groupe des Oreillard indéterminés représente 0,3% des contacts sur E1 et 0,1% sur E3 ;
- Le groupe des Murins indéterminés représente 0,01% des contacts sur E3.

Entre le 15/03/2024 et le 15/11/2024, sur le parc éolien de Saint-Congard en nacelle des éoliennes E1 et E3, environ 90% de l'activité chiroptérologique a été caractérisée par les paramètres suivants :

- Entre mi-juillet et fin octobre,
- Entre le coucher du soleil et le lever du soleil (précisément entre 20h00 et 05h00 sur E1 et entre 19h00 et 04h00 sur E3),
- Pour des vitesses de vent inférieures ou égales à $6,5 \text{ m.s}^{-1}$,
- Pour des températures comprises entre 12°C (sur E3) - 13°C (sur E1) et 21°C.

Sur les trois années de suivi acoustique en nacelle, les six espèces recensées sont récurrentes avec des proportions dans le cortège qui varient, la Pipistrelle commune restant néanmoins majoritaire. La diversité spécifique reste donc la même. Cependant, au cours des trois années de suivi, la proportion de Pipistrelle commune dans l'ensemble du cortège augmente, passant de 46% en 2018 à environ 72% en 2024, contrairement aux autres espèces identifiées dont la proportion chute drastiquement entre 2018 et 2024. Cette évolution des populations de chiroptères pourrait indiquer une chute des populations non seulement à l'échelle locale mais également généralisée sur l'ensemble du territoire régional/national en lien avec la chute de biodiversité observée à l'échelle mondiale. Une modification des comportements des populations, des changements de sites de reproduction et de voies migratoires spécifiques à chaque espèce pourraient également expliquer cette évolution des proportions au sein du cortège.

On observe également une réduction et un décalage des dates englobant plus de 90% de l'activité enregistrée des chiroptères sur site. En 2018, ces dates d'activité principale s'étalaient de mi-avril à mi-septembre, puis en 2022 de mi-juin à mi-octobre et en 2024 de mi-juillet à mi-novembre. Cela pourrait indiquer un changement dans la phénologie des espèces, potentiellement en lien avec les changements globaux climatiques.

En 2018, lorsque le parc éolien était soumis à un bridage sur seuils, trois cadavres de chiroptères avaient été découverts sous les éoliennes du parc de Saint-Congard : une **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*), une **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) et une Pipistrelle indéterminée. La mortalité réelle avait été estimée entre 3,5 et 12 chauves-souris tuées par mois sur le parc éolien de Saint-Congard et il avait été proposé de remplacer le bridage sur seuils par un bridage dynamique ProBat®.

En 2020, lors de la première année de régulation du parc éolien par le système dynamique ProBat®, deux cadavres de chiroptères avaient été découverts sous les éoliennes du parc de Saint-Congard : deux **Pipistrelles communes** (*Pipistrellus pipistrellus*). La mortalité réelle avait été estimée entre 2,83 et 6,05 cadavres par mois sur le parc éolien de Saint-Congard. Le bridage dynamique ProBat® avait été jugé efficace.

En 2024, Les suivis de mortalité au sol se sont déroulés sans encombre, même si la couverture végétale a parfois minimisé l'efficacité des prospections. L'analyse quantitative de la mortalité chiroptérologique fait état de cinq cadavres de chauves-souris retrouvés en 2024. La mortalité réelle a donc été estimée entre **5,6 ± 1,6 et 7,7 ± 2,1 chiroptères tués par éolienne et par an**. Ces taux de mortalité sont **plus élevés** que ceux rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires (Rydell *et. al*, 2010).

Une proximité immédiate des éoliennes avec les boisements ainsi qu'une forte prédation ont été remarqués sur le parc éolien de Saint-Congard, expliquant en partie les résultats de mortalité estimée : temps moyen de persistance de 4,0 jours en 2024 et taux de persistance au sixième jour estimé à 20%. Après une modification du paramétrage du système ProBat® fin août (augmentation de la plage horaire, abaissement du seuil d'arrêt et mise en place des arrêts critiques), plus aucun cas de mortalité n'a été relevé.

L'analyse qualitative de la mortalité chiroptérologique permet ensuite d'évaluer l'impact du parc éolien espèce par espèce :

- Trois cadavres de **Pipistrelles communes** (*Pipistrellus pipistrellus*) ont été retrouvés lors du suivi de la mortalité en 2024. L'espèce, classée « Quasi-menacée » sur la liste rouge des mammifères en France métropolitaine, représente entre 68,7% et 76,6% du cortège lors de l'étude acoustique en 2024 (n = entre 7 453 et 12 869 contacts). De plus, deux cadavres avaient déjà été découverts lors du précédent suivi environnemental effectué par Amikiro en 2020. L'impact du parc éolien de Saint-Congard est considéré comme **modéré** sur cette espèce ;
- Un cadavre de **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) a été retrouvé lors du suivi de la mortalité en 2024. L'espèce, classée « Préoccupation mineure » sur la liste rouge des mammifères en France métropolitaine, représente entre 0,2% et 3,9% du cortège lors de l'étude acoustique en 2024 (n = entre 18 et 654 contacts). De plus, un cadavre avait déjà été découvert lors du précédent suivi environnemental effectué par Barussaud Expertise Territoriale (B.E.T.) en 2018. L'impact du parc éolien de Saint-Congard est considéré comme **faible** sur cette espèce ;
- Un cadavre de **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) a été retrouvé lors du suivi de la mortalité en 2024. L'espèce, classée « Vulnérable » sur la liste rouge des mammifères en France métropolitaine, représente entre 1% et 1,4% du cortège lors de l'étude acoustique en 2024 (n = entre 150 et 168 contacts). L'impact du parc éolien de Saint-Congard est considéré comme **faible** sur cette espèce.

Parmi les cinq cadavres de chiroptères retrouvés au sol en 2024, un cadavre de Pipistrelle commune a été découvert sous l'éolienne E3 portant un enregistreur TrackBat, sur la période de disponibilité des données. Néanmoins, aucun contact acoustique n'a été enregistré au cours des nuits entourant la date estimée de cette mortalité.

Un cadavre de Noctule commune a également été découvert sous l'éolienne E3 portant un enregistreur TrackBat, sur la période de disponibilité des données. Selon les contacts acoustiques enregistrés au cours des nuits entourant la date estimée de cette mortalité, cinq contacts acoustiques pourraient correspondre au cadavre découvert (Tableau 37). Ils ont été enregistrés plutôt en début de nuit, pour des vitesses de vent comprises entre 5,4 et 8,5 m.s^{-1} et des températures comprises entre 22,8°C et 30,2°C.

Date	Heure	Vitesse de vent (m.s^{-1})	Température (°C)
10/08/2024	21:54	6,81	24,18
10/08/2024	21:55	6,81	24,18
10/08/2024	22:24	5,79	23,67
10/08/2024	23:40	5,44	22,78
11/08/2024	21:45	8,52	30,17

Tableau 37 : Paramètres temporels et météorologiques caractérisant les contacts acoustiques de **Noctule commune**, pouvant correspondre au cadavre découvert sous l'éolienne E3 lors du suivi de mortalité effectué le 12/08/2024

Espèce	Présence de l'espèce lors de l'étude d'impact	Proportion de contacts corrigés enregistrés			Cas de mortalité recensés		
		2018	2020	2024	2018	2020	2024
Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Oui	46 %	52 à 54 %	68,7 à 76,6 %	-	2	3
Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	Non	20 %	14 %	0,2 à 3,9 %	1	-	1
Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	Oui	18 %	11 à 12 %	0,01 à 0,6 %	1	-	-
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius indifférenciée	Non	-	-	16,8 à 22,4 %	-	-	-
Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>)	Non	6 %	3 à 5 %	1 à 1,4 %	-	-	1
Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	Non	3 %	4 à 6 %	0,6 à 1,1 %	-	-	-
Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)	Non	4 %	7 à 10 %	0,1 à 0,3 %	-	-	-
Oreillard indéterminés (<i>Plecotus sp.</i>)	Non	-	-	0,1 à 0,3 %	-	-	-
Murins indéterminés (<i>Myotis sp.</i>)	Oui	-	-	-	-	-	-
Pipistrelles indéterminées (<i>Pipistrellus sp.</i>)	Non	-	-	-	-	-	-
Sérotules indéterminés	Non	4 %	0,9 à 1,2 %	0,4 à 1,4 %	-	-	-
Chiroptères indéterminés	-	-	-	0,01 %	-	-	-
Total toutes espèces confondues		-	-	-	3	2	5

Tableau 38 : Comparaison du cortège d'espèces de chiroptères en nacelle des éoliennes du parc éolien de Saint-Congard en 2018 (E1/E2), en 2020 (E1/E3) et 2024 (E1/E3) avec les suivis de la mortalité au sol correspondants.

L'impact du parc éolien de Saint-Congard est considéré significatif pour les chiroptères au vu des études faites à ce jour, bien que les mesures correctives mises en place au cours de la saison 2024 semblent être efficace. L'efficacité de cette modification des valeurs du bridage dynamique devra être réévaluée en 2025.

6 CONCLUSION ET PRECONISATIONS POUR LA SUITE DE L'EXPLOITATION DU PARC

Le principal objectif de cette étude a été d'évaluer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères induite par le fonctionnement du parc éolien de Saint-Congard et de comparer l'état initial de l'environnement avec l'état actuel.

Six espèces de chiroptères ont été identifiées en altitude. Pendant la durée de l'étude, sur le parc éolien de Saint-Congard, environ 90% de l'activité chiroptérologique a été caractérisée par les paramètres suivants :

- Entre mi-juillet et fin octobre 2024,
- Entre le coucher du soleil et le lever du soleil,
- Pour des vitesses de vent inférieures ou égales à $6,5 \text{ m.s}^{-1}$,
- Pour des températures comprises entre 12°C - 13°C et 21°C .

La mortalité réelle estimée est de 1,3 oiseaux tués par éolienne entre $5,6 \pm 1,6$ et $7,7 \pm 2,1$ chiroptères tués par éolienne sur le parc éolien de Saint-Congard, de mai à octobre 2024. Cette mortalité est supérieure aux chiffres indiqués dans la bibliographie pour les chiroptères (Rydell et al., 2010) mais inférieure pour les oiseaux (Marx, 2017).

La définition de mesures correctives éventuelles doit tenir compte à la fois de l'impact général du parc éolien sur les deux taxons (avifaune et chiroptérofaune), de l'impact du parc sur chacune des espèces retrouvées, et de l'écologie de ces espèces. Ainsi, Sens Of Life construit ses préconisations selon le tableau décisionnel suivant.

Impact général du parc éolien	Au-dessus du seuil selon la bibliographie	Impact sur l'espèce		
		Faible	Modéré	Fort
		Pas de mesure	Mesure à définir pour l'espèce	Mesure à définir pour l'espèce
En-dessous du seuil selon la bibliographie		Pas de mesure	Pas de mesure	Mesure à définir pour l'espèce

Tableau 39 : Aide décisionnelle sur les préconisations de mesures de réduction et/ou de compensation selon les impacts globaux et spécifiques établis pour le parc éolien de Saint-Congard.

Au vu de la mortalité des chiroptères, l'impact du parc éolien de Saint-Congard est considéré significatif avant la modification du paramétrage du système ProBat®. A la suite des cas de mortalités découverts, une mise à jour a été implantée le 20 août 2024. Elle comprenait un abaissement du seuil de risque, un élargissement de la plage horaire de régulation à une heure avant le coucher du soleil jusqu'à une heure après le lever du soleil (anciennement du coucher au lever du soleil), ainsi que la mise en place des arrêts critiques permettant des arrêts sur seul critère d'une activité forte, indépendamment des critères météorologiques. Après cette mise à jour, aucune mortalité n'a été découverte sur le parc éolien de Saint-Congard et son impact est considéré non significatif.

Selon le rapport de fonctionnement ProBat 2024, « entre 2 à 4 cas de mortalités sont intervenus alors que le ProBat® n'était pas en fonctionnement nominal pour des causes non liées à ProBat® (régulation non fonctionnelle) ». De plus, une activité chiroptérologique a été enregistrée sur les éoliennes E1 et E3 jusqu'à deux semaines après la fin de la régulation.

Ainsi, nous préconisons l'extension du bridage dynamique ProBat® en 2025 selon les nouveaux paramètres mis en place le 20 août 2024, le paramétrage concernant la plage horaire pourra potentiellement être réaffecté du lever au coucher du soleil au vu du peu d'activité relevé en dehors de ces horaires. Un allongement du bridage jusque mi-novembre pourra également être envisagé, des contacts en faible nombre ayant été enregistré sur cette période.

L'efficacité de ce changement de paramétrage, pressentie sur les derniers mois de suivi en 2024, devra être testée sur une saison complète, nous préconisons donc également le renouvellement du suivi de la mortalité en 2025, selon le même protocole qu'appliqué en 2024. Dans le cas d'un allongement du bridage jusque mi-novembre, le suivi de mortalité devra également être prolongé jusqu'à cette période.

Au vu de la mortalité des oiseaux, l'impact du parc éolien de Saint-Congard est considéré non significatif. Toutefois, compte tenu que le suivi environnemental sera reconduit en 2025 pour les chiroptères, les oiseaux seront de nouveau étudiés lors de ce suivi.

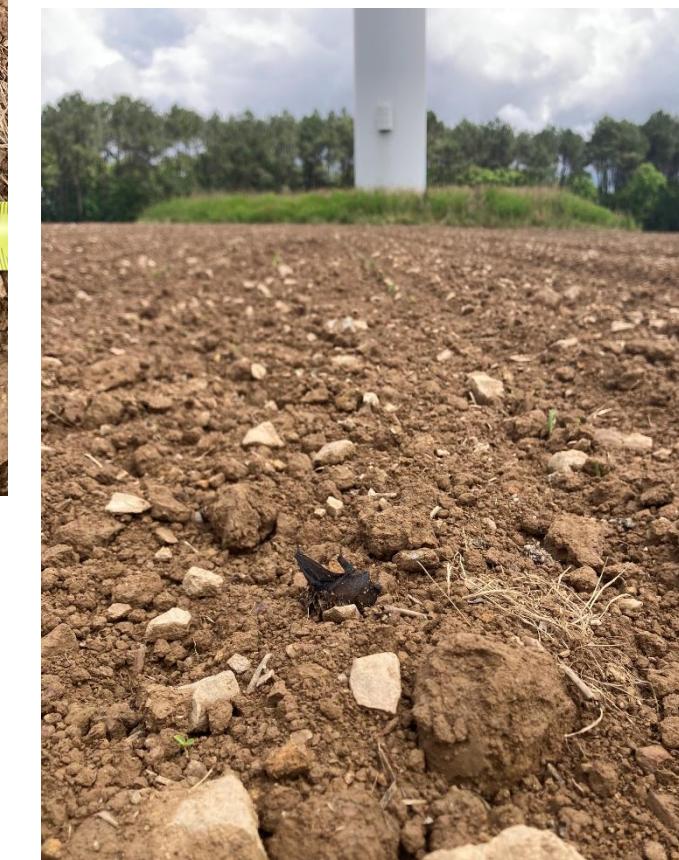
7 ANNEXES

7.1 Fiches d'identification des cadavres retrouvés sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024

1	<u>Informations sur la découverte</u> <p>Nom du site : Saint-Congard</p> <p>Date du suivi : 28/05/2024</p> <p>Heure du relevé : 10h40</p> <p>Observateur : TBO</p> <p>N° de l'éolienne : E3</p> <p>Latitude : 47.779492</p> <p>Longitude : -2.329177</p> <p>Assolement et hauteur : Plateforme - 0 cm</p> <p>Distance au pied du mât (m) : 42 m</p> <p>Direction par rapport au mât (°) : Est (071°)</p>
<u>Date présumée de la mortalité</u>	
Date présumée : Nuit du 26-27/05/24 ou du 27-28/05/24 Certaine	
Température moyenne :	
Vitesse du vent :	
<p>Nom vernaculaire de l'espèce : Pipistrelle commune</p> <p>Nom scientifique de l'espèce : <i>Pipistrellus pipistrellus</i></p> <p>Statut de conservation national : Quasi menacée (NT)</p> <p>Statut de conservation régional : Préoccupation mineure (LC)</p> <p>Fiche incident : Déclaration non nécessaire</p> <p>Identifiant de la photo : C1E3_St-Congard</p> <p>Envergure (cm) : Avant-bras : 31,3 mm</p> <p>Sexe : Femelle</p> <p>Âge : Adulte</p> <p>Statut biologique : Inconnu</p> <p>Etat du cadavre : Frais (J0, J-1)</p> <p>Présence d'insectes : Non</p> <p>Cause présumée de la mort : Barotraumatisme probable</p> <p>Commentaire(s) : Pas de blessure apparente, quelques œufs de mouches présents</p>	
<u>Informations sur le cadavre retrouvé</u>	



2	
	<p>Informations sur la découverte</p> <p>Nom du site : Saint-Congard</p> <p>Date du suivi : 18/06/2024</p> <p>Heure du relevé : 10h25</p> <p>Observateur : TBO</p> <p>N° de l'éolienne : E2</p> <p>Latitude : 47.780561</p> <p>Longitude : -2.340718</p> <p>Assolement et hauteur : Terre nue semée - 0 cm</p> <p>Distance au pied du mât (m) : 42 m</p> <p>Direction par rapport au mât (°) : Sud-Ouest (225°)</p>
	<p>Date présumée de la mortalité</p> <p>Date présumée : Nuit du 17 au 18/06/24 Certaine</p> <p>Température moyenne :</p> <p>Vitesse du vent :</p>
	<p>Informations sur le cadavre retrouvé</p> <p>Nom vernaculaire de l'espèce : Pipistrelle commune</p> <p>Nom scientifique de l'espèce : <i>Pipistrellus pipistrellus</i></p> <p>Statut de conservation national : Quasi menacée (NT)</p> <p>Statut de conservation régional : Préoccupation mineure (LC)</p> <p>Fiche incident : Déclaration non nécessaire</p> <p>Identifiant de la photo : C2E2_St-congard</p> <p>Envergure (cm) : Avant-bras : 32,7 mm / 5ème doigt : 41,4 mm</p> <p>Sexe : Femelle</p> <p>Âge : Adulte</p> <p>Statut biologique : Inconnu</p> <p>Etat du cadavre : Frais (J0, J-1)</p> <p>Présence d'insectes : Non</p> <p>Cause présumée de la mort : Barotraumatisme</p> <p>Commentaire(s) : Non prédaté, plaie ouverte au niveau du flanc gauche sur la partie dorsale et au niveau de l'œil gauche manquant, signe très probable d'un barotraumatisme</p>



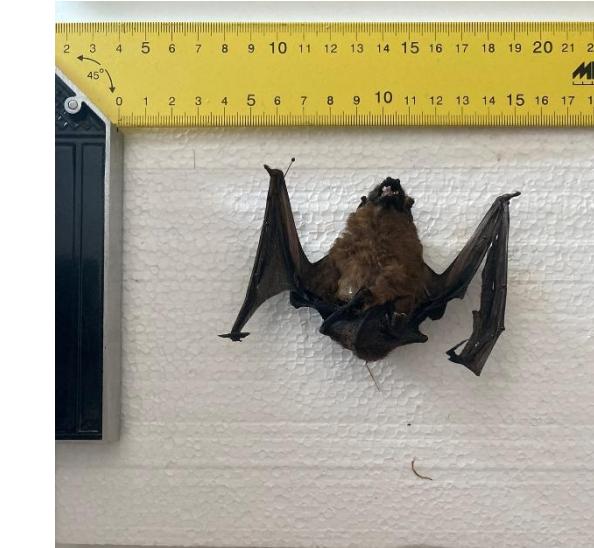
3	<p>Informations sur la découverte</p> <p>Nom du site : Saint-Congard</p> <p>Date du suivi : 04/07/2024</p> <p>Heure du relevé : 11h00</p> <p>Observateur : TBO</p> <p>N° de l'éolienne : E2</p> <p>Latitude : 47.780701</p> <p>Longitude : -2.340087</p> <p>Assolement et hauteur : Maïs / Terre nue - 0 cm</p> <p>Distance au pied du mât (m) : 20 m</p> <p>Direction par rapport au mât (°) : Sud-Est (127°)</p>								
<p>Date présumée de la mortalité</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Date présumée :</td> <td>Nuit du 01 au 02/07/24</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">Approximative</td> </tr> <tr> <td>Température moyenne :</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Vitesse du vent :</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	Date présumée :	Nuit du 01 au 02/07/24	Approximative	Température moyenne :			Vitesse du vent :		
Date présumée :	Nuit du 01 au 02/07/24	Approximative							
Température moyenne :									
Vitesse du vent :									
<p>Informations sur le cadavre retrouvé</p> <p>Nom vernaculaire de l'espèce : Pipistrelle de Kuhl</p> <p>Nom scientifique de l'espèce : <i>Pipistrellus kuhlii</i></p> <p>Statut de conservation national : Préoccupation mineure (LC)</p> <p>Statut de conservation régional : Préoccupation mineure (LC)</p> <p>Fiche incident : Déclaration non nécessaire</p> <p>Identifiant de la photo : C3E2_St-Congard</p> <p>Envergure (cm) : Avant-bras : 33,4 mm</p> <p>Sexe : Mâle</p> <p>Âge : Adulte</p> <p>Statut biologique : Inconnu</p> <p>Etat du cadavre : Avancé (J-2, J-3)</p> <p>Présence d'insectes : Oui (fourmis, asticots, carabes, mouches)</p> <p>Cause présumée de la mort : Barotraumatisme probable</p> <p>Commentaire(s) : Début de prédation par insectes, aile gauche déchirée (à l'impact au sol ?), blessures abdominales liées à la prédation</p>									



4	Informations sur la découverte	Nom du site : Saint-Congard
Date du suivi : 04/07/2024		
Heure du relevé : 11h10		
Observateur : TBO		
N° de l'éolienne : E2		
Latitude : 47.780933		
Longitude : -2.340059		
Assolement et hauteur : Plateforme / Herbacées - 0-5 cm		
Distance au pied du mât (m) : 18 m		
Direction par rapport au mât (°) : Nord-Est (056°)		
Date présumée de la mortalité	Date présumée :	Indéterminée / ≥ à 7 jours
	Température moyenne :	Approximative
	Vitesse du vent :	
Informations sur le cadavre retrouvé	Nom vernaculaire de l'espèce :	Pipistrelle commune
	Nom scientifique de l'espèce :	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>
	Statut de conservation national :	Quasi menacée (NT)
	Statut de conservation régional :	Préoccupation mineure (LC)
	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
	Identifiant de la photo :	C4E2_St-Congard
	Envergure (cm) :	Avant-bras : 31,8 mm
	Sexe :	Indéterminé
	Âge :	Adulte
	Statut biologique :	Inconnu
	Etat du cadavre :	Sec (J-6, J-7)
	Présence d'insectes :	Oui
	Cause présumée de la mort :	Barotraumatisme probable
	Commentaire(s) :	Entièrement prédaté/vidé par insectes



5	
Informations sur la découverte	<p>Nom du site : Saint-Congard</p> <p>Date du suivi : 12/08/2024</p> <p>Heure du relevé : 10h45</p> <p>Observateur : T.Bourhis</p> <p>N° de l'éolienne : E3</p> <p>Latitude : 47.778945</p> <p>Longitude : -2.329751</p> <p>Assolement et hauteur : Chaume de blé - 0-10 cm</p> <p>Distance au pied du mât (m) : 43 m</p> <p>Direction par rapport au mât (°) : S (189°)</p>
	<p>Date présumée de la mortalité : Nuit du 10 au 11/08/24</p> <p>Température moyenne :</p> <p>Vitesse du vent :</p>
	<p>Nom vernaculaire de l'espèce : Noctule commune</p> <p>Nom scientifique de l'espèce : <i>Nyctalus noctula</i></p> <p>Statut de conservation national : Vulnérable (VU)</p> <p>Statut de conservation régional : Quasi menacée (NT)</p>
	<p>Fiche incident : Déclaration nécessaire</p>
	<p>Identifiant de la photo : C5E3_St-Congard</p>
	<p>Envergure (cm) : AB: 51,2 mm</p>
	<p>Sexe : Mâle</p>
	<p>Âge : Adulte</p>
	<p>Statut biologique : Nicheur</p>
	<p>Etat du cadavre : Frais (J0, J-1)</p>
Informations sur le cadavre retrouvé	<p>Présence d'insectes : Non</p>
	<p>Cause présumée de la mort : Barotraumatisme certain</p>
	<p>Commentaire(s) : Non prédaté, Face gauche et œil droit implosé dû à un barotraumatisme. Aile gauche déchirée, suite à l'impact au sol ?</p>



7.2 Fiche incidence de la Noctule commune du 12/08/2024



Parc éolien de Saint-Congard
Déclaration d'incident faune volante
Procédure administrative – Août 2024

Fiche de notification : Déclaration d'incident faune volante

Données brutes et analyse d'un incident
lié au fonctionnement d'un parc éolien

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	13/08/2024
Rédacteur (Point contact administration)	Tristan Bourhis tristan.bourhis@sensoflife.com contact@sensoflife.com
Coordonnées de l'exploitant ICPE (Titulaire des autorisations)	<ul style="list-style-type: none"> Nom du parc tel que mentionné sur les arrêtés d'autorisation : Parc éolien de Saint-Congard N°ICPE OREOL : 0005517852
Localisation	<ul style="list-style-type: none"> Commune : Saint-Congard (56140) Département : Morbihan



Parc éolien de Saint-Congard
Déclaration d'incident faune volante
Procédure administrative – Août 2024

	<p>Liste rouge nationale : VU : Vulnérable Liste locale ou régionale établie selon la méthodologie UICN : NT: Quasi menacée</p>
Contexte de la découverte de l'individu	<ul style="list-style-type: none"> Numéro de l'éolienne (selon plan du site joint) : E3 Estimation de la distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 43 m Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : 47.778945 ; -2.329751 Estimation de la date de la mort de l'individu : Nuit estimée du 10 au 11 août 2024
Informations particulières relatives à l'individu	<ul style="list-style-type: none"> État de l'individu découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort sans blessure visible <input checked="" type="checkbox"/> Mort avec blessure visible <input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s) <input type="checkbox"/> Information non disponible Si individu mort, état du cadavre découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Information non disponible Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé

2. Données brutes

Date de découverte	12/08/2024
Contexte de la découverte	<p>Le ou les individus ont été découverts :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental <input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser
Qualité :	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Promeneur / riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant (exploitant, maintenancier, paysagiste...) <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'étude environnemental <input type="checkbox"/> Autre, préciser :
Qualité de la personne ayant découvert	<p>Nom de la société le cas échéant : Sens Of Life</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1 <input type="checkbox"/> Type d'espèce identifiée : <input type="checkbox"/> Avifaune <input checked="" type="checkbox"/> Chiroptère <input type="checkbox"/> Espèce présumée :
Informations sur l'individu	<p>Nom commun : Noctule commune Nom scientifique : <i>Nyctalus noctula</i></p>

ERG France S.A.R.L.
Société à responsabilité limitée au capital de 2.000.000,00 euros

www.erg.eu

Page 1 sur 8

3. Analyse

Etat initial de l'étude d'impact	<ul style="list-style-type: none"> L'espèce était-elle identifiée dans l'état initial de l'étude d'impact ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non L'espèce faisait-elle l'objet de mesures ERC ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, les détailler :
Fonctionnement de l'éolienne impliquée	<ul style="list-style-type: none"> L'éolienne fait-elle l'objet d'une mesure de <u>régulation statique</u> en lien avec l'individu découvert ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, préciser le type de mesure et sa programmation : La régulation était-elle programmée pour fonctionner au moment de l'incident ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Information non disponible La régulation était-il effectivement en fonctionnement ? <input type="checkbox"/> Oui

ERG France S.A.R.L.
Société à responsabilité limitée au capital de 2.000.000,00 euros

www.erg.eu

Page 2 sur 8

Siège social: 16 Boulevard Montmartre - 75009 Paris - RCS Paris 441 320 405

Siège social: 16 Boulevard Montmartre - 75009 Paris - RCS Paris 441 320 405



	<p><input type="checkbox"/> Non → Décrire le dysfonctionnement : <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i></p> <p>La programmation de la mesure de régulation était-elle adaptée ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Préciser les mesures correctives et améliorations possibles en parties 5 & 6</p> <ul style="list-style-type: none"> L'éolienne fait-elle l'objet d'une <u>régulation dynamique</u> avec présence d'un Système de Détection Automatisé (SDA) <u>en lien avec l'individu découvert</u> ? <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Si oui, préciser le type de dispositif et les modalités de paramétrage pour l'espèce concernée : ProBat de Sens of Life, régulation dynamique du 1er avril au 31 octobre, du coucher du soleil à son lever Le système était-il programmé pour fonctionner au moment de l'incident ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i> Nous ne pouvons établir si la collision a eu lieu avant le coucher du soleil ou après, ce soir-là il y avait beaucoup d'activité avant le coucher du soleil. Le système était-il effectivement en état de marche ? <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non → Décrire le dysfonctionnement : <input type="checkbox"/> <i>Information non disponible</i> <p>La programmation du système était-elle adaptée ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non → Préciser les mesures correctives et améliorations possibles en parties 5 & 6</p>
Contexte de l'incident, lorsque celui-ci peut être déterminé	<ul style="list-style-type: none"> Contexte : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Travaux agricoles récents <input type="checkbox"/> Période de migration de l'espèce <input type="checkbox"/> Individu ou couple cantonné connu à proximité <input checked="" type="checkbox"/> Indéterminé <input type="checkbox"/> Autre ? Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Chaume d'orge – 5 à 10 cm de hauteur Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette blessure / mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : Hypothèse(s) avancée(s) : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage <input type="checkbox"/> Migrateur <input checked="" type="checkbox"/> Nicheur potentiel <input type="checkbox"/> Hivernant

Causes probables de l'incident	<input type="checkbox"/> Autre hypothèse, préciser : <p><input type="checkbox"/> Collision <input checked="" type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre ? <input type="checkbox"/> Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant :</p>								
Récurrence de la découverte de cadavre de cette espèce sur le parc	<p>Cadavre(s) de cette espèce déjà retrouvé(s) sur le parc éolien ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non</p> <p>Si oui, dresser la liste des cadavres de cette espèce découverts sur ce parc :</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Date</th> <th>Lieu</th> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			Date	Lieu	Nombre			
Date	Lieu	Nombre							



4. Autres commentaires

Ci-dessous est présenté un extrait du portail ProBat du parc éolien de Saint-Congard pour l'éolienne E3 pour la nuit du 10 au 11 août. Des arrêts ont bien été requis et effectués, notamment pour protéger l'activité enregistrée par le TrackBat installé sur l'éolienne E3, hormis pour les contacts enregistrés à 22h30 où il n'y a pas eu d'arrêt pour les préserver du fait de vitesses de vent élevées (env. 7 m/s). Il se peut que ces contacts soient liés à des Noctules. L'activité n'était pas suffisante pour déclencher des arrêts absolu, mais les paramétrages du système sont adaptés. D'après le Pôle Expertise de Sens of Life, nous sommes ici très précisément dans les cas justifiants qu'il n'y a pas un taux de préservation cible de 100% mais de 90%. Ces situations sont rares.

Notons également qu'un pic important d'activité plutôt inhabituel a été enregistré relativement tôt (entre 19h et 21h), mais le ProBat® est paramétré pour fonctionner du coucher du soleil à son lever seulement : les chiroptères étaient protégés jusqu'à 21h07 car l'éolienne ne tournait pas (rpm < 2), mais ils n'étaient pas protégés entre 21h07 et 21h13 (hors plage de régulation). Le fonctionnement du ProBat® était alors nominal mais l'activité très précoce dans la fin de journée, ce qui correspond à une situation inhabituelle au regard des jours précédents ou du deuxième TrackBat installé sur l'éolienne E1 du même parc éolien.



5. Mesures et actions correctives proposées par l'exploitant, le cas échéant

Nous proposons d'augmenter l'amplitude horaire de régulation en début de nuit, pour que la régulation soit effective d'1 h avant le coucher du soleil à 1h après le coucher du soleil et ce tout le long de la période de bridge. Ceci permettra au bridage dynamique ProBat® de pouvoir protéger l'activité des chiroptères dans les moments où leur activité peut être importante (début et fin de nuit).



Parc éolien de Saint-Congard
Déclaration d'incident faune volante
Procédure administrative – Août 2024



Parc éolien de Saint-Congard
Déclaration d'incident faune volante
Procédure administrative – Août 2024

Annexe 1 : Plan du site



Annexe 2 : Photographiques



7.3 Sensibilité des oiseaux à l'éolien

L'effet des parcs éoliens sur l'avifaune est très variable et dépend de plusieurs facteurs :

- La phénologie des espèces (hibernage, nidification, passage migratoire ou oiseaux sédentaires) et les modalités d'utilisation du site par les oiseaux ;
- La sensibilité des espèces aux différents effets potentiels de l'activité éolienne :
 - o Effets directs (Smith & Dwyer, 2016) : la collision directe avec les pales d'éoliennes, causant la mort des individus,
 - o Effets indirects (Smith & Dwyer, 2016) : les perturbations ou dérangements, qui provoquent l'évitement de ces infrastructures et se manifestent de différente façon : la perte d'habitat et l'effet « barrière ».
- Les caractéristiques du projet (nombre et positionnement des éoliennes, hauteur des mâts, orientation du parc, garde au sol...) (Schaub *et al.*, 2021), de l'environnement local (Kitano & Shiraki, 2013) et des conditions météorologiques (Barrios & Rodríguez, 2004; de Lucas *et al.*, 2008; Kerlinger *et al.*, 2010).

Les données de la littérature scientifique internationale sur les suivis de parcs éoliens en phase d'exploitation permettent d'apprecier des sensibilités divergentes pour deux catégories d'espèces :

- Une première sensible aux perturbations engendrées par ces infrastructures, qui subissent l'effet « barrière », l'éloignement, voire de dérangement au nid, et donc au risque de perte de territoire vital. Ces espèces farouches sont en général peu sensibles au risque de collision ;
- La seconde, à l'inverse, avec des espèces sensibles aux risques de collision avec les pales, qui sont moins concernées par les effets d'évitement (Grünkorn *et al.*, 2009), de perte de territoire ou de dérangement.

Cette approche caricaturale nécessite beaucoup de précautions dans l'analyse des impacts d'un projet éolien. Les paragraphes suivants détaillent l'état actuel des connaissances sur les sensibilités de l'avifaune en fonction des espèces, et de leur statut sur site.

7.3.1 Collision

En comparaison avec d'autres origines anthropiques (lignes électriques, routes, prédation par les animaux domestiques, chasse, pesticides...), les parcs éoliens ont un faible impact sur la mortalité directe de l'avifaune (Erickson *et al.*, 2005; Loss *et al.*, 2015). Le risque de collision avec les éoliennes est très variable et dépend :

- De la sensibilité des espèces, avec plusieurs groupes d'espèces impactées (migrateurs : Johnson *et al.*, 2003 ; déclin d'une population de *Lyrurus tetrix* : Zeiler & Grünschachner-Berger, 2009 ; les rapaces : de Lucas *et al.*, 2008 ; Hernández-Pliego *et al.*, 2015 ; les oiseaux chanteurs : Morinha *et al.*, 2014).
- De la saison (Barrios & Rodríguez, 2004) ;
- Des caractéristiques du site d'étude (de Lucas *et al.*, 2008 ; Marques *et al.*, 2014 ; Thaxter *et al.*, 2017)

Cette affirmation est confirmée au niveau national par de nombreuses publications scientifiques, comme le confirme la synthèse des suivis de mortalité réalisée par la LPO sur 12,5% des parcs éoliens en exploitation en France (Marx, 2017).

Le manque de standardisation de protocoles de suivi de mortalité et la robustesse très variable de ces suivis (Marx, 2017) empêchent d'avoir des chiffres de mortalité représentatifs par pays. En France, les données de mortalité brute varient entre 0,74 oiseau/éolienne/an (sur les 91 parcs qui ont réalisé des suivis de mortalité entre 1997 et 2015) à 2,15 oiseaux/éolienne/an (sur les 9 parcs analysés avec des suivis plus robustes, réalisés sur 48 semaines avec 1 prospection/semaine et un rayon de 50 mètres).

Cause de mortalité en France (LPO, AMBE – 2010)	Estimation de la mortalité annuelle	
Ligne HT (> 63 kV)	80 à 120 oiseaux / km / an (en zone sensible) / réseau aérien de 10 000 km : estimation = 8 à 12 millions / an.	
Ligne MT (20 à 63 kV)	40 à 100 oiseaux / km / an (en zone sensible) / réseau aérien de 460 000 km : estimation = 18 à 46 millions / an.	
Autoroute	30 à 100 oiseaux / km / an / réseau terrestre de 10 000 km : estimation = 300 000 à 1 million / an.	
Cause de mortalité aux USA (Erickson <i>et al.</i> 2005)	Estimation de la mortalité annuelle	Pourcentage
Bâtiments et fenêtres	550 000 000	58,20%
Installations électriques (pylônes et câbles)	130 000 000	13,70%
Chats (prédateur)	100 000 000	10,60%
Véhicules (trafic routier)	80 000 000	8,50%
Antennes et tours de communication	4 500 000	0,50%
Eoliennes	28 500	<0,01%
Avions	25 000	<0,01%
Autres causes (marées noires, pêches accidentelles, etc.)	Non calculée	Non calculé

Tableau 40 : Comparaison indicative des différentes causes de mortalité anthropique de l'avifaune en France (en haut, LPO, AMBE - 2010) et aux Etats-Unis (en bas, Erickson *et al.*, 2005)

Le nombre de cadavres dans le monde est inconnu (Pagel *et al.*, 2013), mais ceux comptabilisés jusqu'à présent en Europe s'élèvent à 20 754 oiseaux de plus de 300 espèces différentes, dont 5 575 cas de mortalité en Espagne, 5 164 cas en Allemagne, 1 806 cas en Belgique et 5 323 cas en France (Dürr, 2025).

Les espèces les plus touchées en Europe (Dürr, 2025) sont :

- Le Vautour fauve (quasi exclusivement en Espagne),
- La Buse variable (en Allemagne principalement),
- Le Goéland argenté (en Belgique essentiellement),
- Le Faucon crécerelle (en Espagne et en moindre mesure en France et Allemagne),
- Le Milan royal (en Allemagne principalement),
- Le Martinet noir (surtout en France et en Allemagne),
- La Mouette rieuse (en Belgique principalement),
- Le Pygargue à queue blanche (en Allemagne principalement),
- L'Alouette des champs (surtout en Allemagne, France et Espagne),
- Le Roitelet à triple bandeau (surtout en France),
- Le Pigeon ramier (en France et en Allemagne essentiellement),
- Le Canard colvert (en Allemagne principalement),

Même si le nombre de cadavres augmente à chaque actualisation de la synthèse des données de mortalité en Europe réalisée par Tobias Dürr, l'ordre du classement reste sensiblement le même depuis 2015, confirmant la sensibilité de ces espèces à l'impact éolien. La transmission des données à l'échelle européenne étant réalisée sur la base du volontariat, cette synthèse reste limitée et ne peut donc refléter la totalité des mortalités liées à l'éolien.

Espèce	A	BE	B G	CH	C R	C Y	C Z	D	D K	E	ES T	F	FR	GB	GR	L X	NL	N	PT	P L	R O	S	Total		
<i>Gavia stellata</i>								1															1		
<i>Podiceps cristatus</i>								1					2										5		
<i>Fulmarus glacialis</i>													1				1	1					3		
<i>Sula bassana</i>													1										1		
<i>Phalacrocorax carbo</i>								8		4			13	1			6						32		
<i>Pelecanus onocrotalus</i>										1													1		
<i>Botaurus stellaris</i>									2								2			1			5		
<i>Ixobrychus minutus</i>													1										1		
<i>Nycticorax nycticorax</i>													1										1		
<i>Bubulcus ibis</i>													96		3					4			103		
<i>Egretta garzetta</i>													3		4								7		
<i>Casmerodius albus</i>													1										1		
<i>Ardea cinerea</i>	1	7							17		2		6				10	4					47		
<i>Ciconia nigra</i>		1											5	3	1								10		
<i>Ciconia ciconia</i>	1								108		66		4										179		
<i>Geronticus eremita</i>													1										1		
<i>Threskiornis aethiopicus</i>														1									1		
<i>Platalea leucorodia</i>													1										1		
<i>Cygnus olor</i>	1								27				1							5	1		35		
<i>Cygnus columbianus bewickii</i>																	2						2		
<i>Cygnus cygnus</i>									3	6							1						10		
<i>Cygnus cygnus / olor</i>									7	4			1										12		
<i>Anser fabalis</i>										7							1						8		
<i>Anser brachyrhynchus</i>													1										1		
<i>Anser albifrons</i>										5							1						6		
<i>Anser albifrons / fabalis</i>													4										4		
<i>Anser anser</i>	1	1							20		3						7	4					36		
<i>Anser anser f. domestica</i>		3																					3		
<i>Anser caerulescens</i>																	1						1		
<i>Anseridae spec.</i>	1									8							1						10		
<i>Branta canadensis</i>																	1						1		
<i>Branta leucopsis</i>										8							1						9		
<i>Branta bernicla</i>																	1						1		
<i>Alopochen aegyptiacus</i>										2							2						4		
<i>Chloephaga picta</i>	1																							1	
<i>Tadorna ferruginea</i>														1									1		
<i>Tadorna tadorna</i>	2									2			1				7						12		
<i>Mareca penelope</i>	1									5			1										7		
<i>Anas spec.</i>										1	2		3				3		2				11		
<i>Anas strepera</i>											3												6		
<i>Anas crecca</i>		2									6		1				1	2					12		
<i>Anas platyrhynchos</i>	4	48	2						214	1	36		23				64	3	1	1	3			409	
<i>Anas clypeata</i>													1					1					3		
<i>Netta rufina</i>														1									1		
<i>Aythya ferina</i>	3																						3		
<i>Aythya nyroca</i>																	1						1		
<i>Aythya fuligula</i>	1									3								1					5		
<i>Aythya marila</i>																		1					1		
<i>Somateria mollissima</i>													1				15		1				18		
<i>Melanitta nigra</i>																		1					1		
<i>Mergus serrator</i>																		1					1		
<i>Pernis apivorus</i>													32		8		5	3					49		
<i>Elanus caeruleus</i>																	4						4		
<i>Milvus migrans</i>													68		71		62							201	
<i>Milvus milvus</i>	1	5							1	793	1	34		53	5	3	2					12		910	

Espèce	A	BE	B G	CH	C R	C Y	C Z	D	D K	E	ES T	F	FR	GB	GR	L X	NL	N	PT	P L	R O	S	Total

<tbl_r cells="24" ix="5" maxcspan="1" max

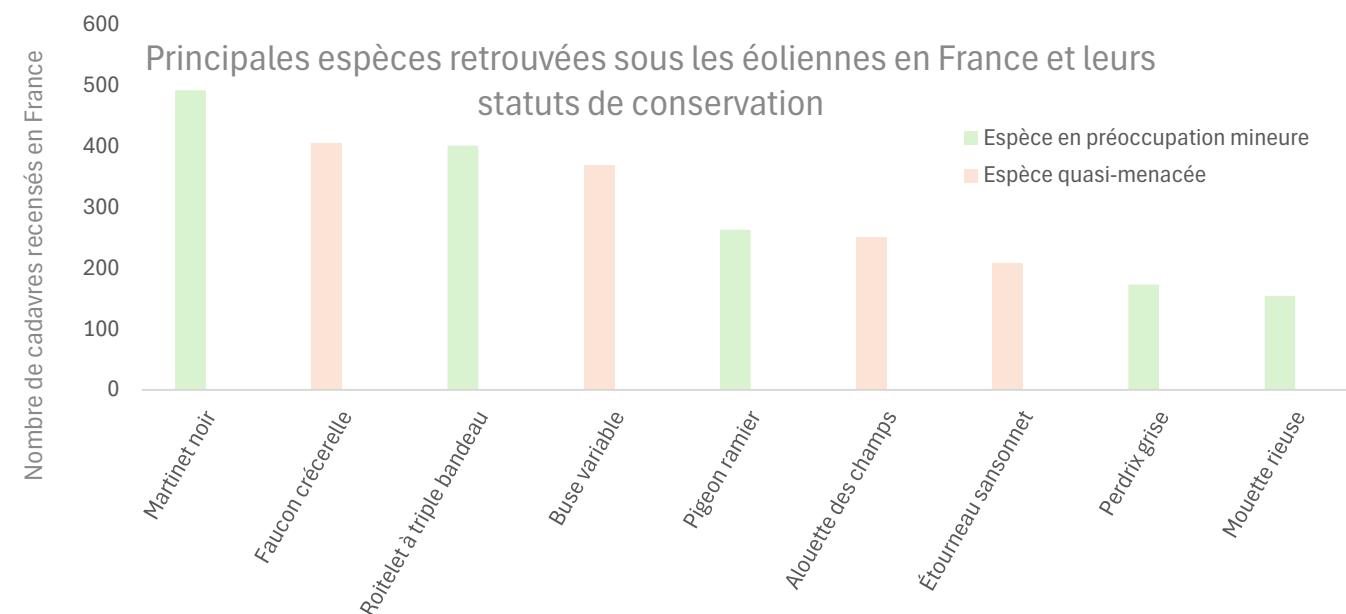
Espèce	A	BE	B G	CH	C R	C Y	C Z	D	D K	E	ES T	F	FR	GB	GR	L X	NL	N	PT	P L	R O	S	Total	
<i>Charadrius dubius</i>								1															1	
<i>Charadrius Hiaticula</i>											1												1	
<i>Charadrius alexandrinus</i>			1																				1	
<i>Charadrius morinellus</i>								1															1	
<i>Pluvialis apricaria</i>								25	1	3		5				5	7				1	47		
<i>Pluvialis squatarola</i>																	1						1	
<i>Vanellus vanellus</i>	3							19				6				3						31		
<i>Calidris canutus</i>										1													1	
<i>Calidris alpina</i>										3							1						4	
<i>Lymnocryptes minimus</i>												1											1	
<i>Gallinago gallinago</i>									2	1	1		1	1		1	11	1					19	
<i>Scalopax rusticola</i>	1	1						10		2		5		2		1				1	23			
<i>Limosa limosa</i>		3															1						4	
<i>Numenius phaeopus</i>												2											2	
<i>Numenius arquata</i>								4				2				8							14	
<i>Tringa totanus</i>	3											2				1	1				1	8		
<i>Arenaria interpres</i>	3																						3	
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	2										10												12	
<i>Larus minutus</i>																2							2	
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	4	331						179	1	2		154	12			10 3		1				787		
<i>Ichthyaetus audouinii</i>											1												1	
<i>Larus canus</i>	2	6						59	2			2				18				2		91		
<i>Larus fuscus</i>		202						63		4		75	1			27						372		
<i>Larus argentatus</i>		802						131	9	1		75	52			13 1					2	1203		
<i>Larus michahellis</i>	1								11		12		3										27	
<i>Larus cachinnans</i>	1		1					2		45													49	
<i>Larus marinus</i>		22						3				6	55			3	2						91	
<i>Larus spec.</i>	10	2						18	1	1		46		1		11	2			2		94		
<i>Rissa tridactyla</i>	3									5		1	1			1	1					12		
<i>Thalasseus sandvicensis</i>		25										1				1							27	
<i>Sterna hirundo</i>		162								1			1			5						169		
<i>Sterna albifrons</i>		15																					15	
<i>Sterna spec.</i>													3										3	
<i>Chlidonias niger</i>								1															1	
<i>Uria aalge</i>								1								1							2	
<i>Plautus alle</i>																1							1	
<i>Pterocles orientalis</i>										2													2	
<i>Pterocles alchata</i>									4														4	
<i>Columba livia</i>								3		23					1								27	
<i>Columba livia f. domestica</i>	26	21						1	94		10		102			37							291	
<i>Columba oenas</i>	3							17		3		4				8	6						41	
<i>Columba palumbus</i>	5	13						199		14		263		3		16		2	1				516	
<i>Columba spec.</i>	30							5		9		18	1			10							73	
<i>Streptopelia decaocto</i>	4							3		2		10											19	
<i>Streptopelia turtur</i>	1									33		16					1						51	
<i>Psittacus krameri</i>										1													1	
<i>Clamator glandarius</i>										6													6	
<i>Cuculus canorus</i>								3		6		1		3									13	
<i>Tyto alba</i>									15		6		10			3		1					35	
<i>Otus scops</i>										1													1	
<i>Bubo bubo</i>		1						1	22		18		4										46	
<i>Athene noctua</i>											4		1										5	
<i>Strix aluco</i>								8		3		2											13	
<i>Asio otus</i>	1							18		2		13											34	
<i>Asio flammea</i>								5		1		1											7	

Espèce	A	BE	B G	CH	C R	C Y	C Z	D	D K	E	ES T	F	FR	GB	GR	L X	NL	N	PT	P L	R O	S	Total
</tbl

Espèce	A	BE	B G	CH	C R	C Y	C Z	D	D K	E	ES T	F	FR	GB	GR	L X	NL	N	PT	P L	R O	S	Total	
<i>Turdus torquatus</i>								1		1													2	
<i>Turdus merula</i>	2	1						20		44		81		9		1		1			4		163	
<i>Turdus pilaris</i>	1			1				20		5		1		1		2	1						32	
<i>Turdus philomelos</i>	12		1					27		129		71		4		3				1			248	
<i>Turdus iliacus</i>	7							4	1	11		3				2							28	
<i>Turdus viscivorus</i>			1					10		27		3		5									46	
<i>Turdus spec.</i>	1								1	2		2		1		1							8	
<i>Cisticola juncidis</i>										2								2					4	
<i>Locustella naevia</i>				1						1		6		1									9	
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>											1												1	
<i>Acrocephalus palustris</i>										1													2	
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>								4		13		2											19	
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>											1												1	
<i>Hippolais icterina</i>				3										1									4	
<i>Hippolais polyglotta</i>								1		10		10											21	
<i>Sylvia undata</i>										11								7					18	
<i>Sylvia conspicillata</i>										5													5	
<i>Sylvia cantillans</i>								43		2													45	
<i>Sylvia melanocephala</i>										10		2		3									15	
<i>Sylvia hortensis</i>										4													4	
<i>Sylvia curruca</i>								2					1										3	
<i>Sylviás communis</i>								1		1		5											7	
<i>Sylvia borin</i>				12						11		5											28	
<i>Sylvia atricapilla</i>	1		5		9			184		20		3											222	
<i>Sylvia spec.</i>			3								2												5	
<i>Phylloscopus inornatus</i>										1		2											3	
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>			1				2		1		1												5	
<i>Phylloscopus collybita</i>			1			7		37		45		1											91	
<i>Phylloscopus ibericus</i>									2										7				9	
<i>Phylloscopus trochilus</i>	1		4			8		14		8		2							1				38	
<i>Phylloscopus spec.</i>			5					5															10	
<i>Regulus regulus</i>	14	1	3			125		5		90		2		3			6						249	
<i>Regulus ignicapilla</i>	1	3	8		3	47		45		401		8		1		2							519	
<i>Regulus spec.</i>	2		3			13				41				3				48					110	
<i>Muscicapa striata</i>			9					2		3							1						15	
<i>Ficedula hypoleuca</i>			1		1	12		37		58			1		8								118	
<i>Aegithalos caudatus</i>						1				1													2	
<i>Poecile montanus</i>																							1	
<i>Periparus ater</i>							7				5												12	
<i>Cyanistes caeruleus</i>	2		1			7		3		13				1									27	
<i>Parus major</i>						1	12	3		3													19	
<i>Parus spec.</i>	1																						1	
<i>Sitta europaea</i>							3				1												4	
<i>Certhia familiaris</i>							2																2	
<i>Certhia brachydactyla</i>												1											1	
<i>Oriolus oriolus</i>			2			5		2															9	
<i>Lanius collurio</i>	1		1			27		1		6		2				1							39	
<i>Lanius excubitor</i>						2		2		1													5	
<i>Lanius meridionalis</i>								4															4	
<i>Lanius senator</i>								20		3													23	
<i>Garrulus glandarius</i>						10		8		6		4											28	
<i>Cyanopica cyana</i>								1															1	
<i>Pica pica</i>	6	2				5		33		8													54	
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>								2		1													3	
<i>Coloeus monedula</i>		1				6		9		4					4								24	

Espèce	A	BE	B G	CH	C R	C Y	C Z	D	D K	E	ES T	F	FR	GB	GR	L X	NL	N	PT	P L	R O	S	Total

<tbl_r cells="24" ix="1" maxcspan



Graphique 28 : Principales espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes en France et leur statut de conservation (Dürr, 2025)

Pour les oiseaux migrateurs, le risque de collision peut dépendre de la hauteur de déplacement, de la phénologie migratoire des espèces (solitaire, en groupes familiaux, sociaux, etc.), mais aussi de l'importance du flux migratoire (probabilité de collision proportionnelle aux effectifs). Le rapport entre intensité de la migration et nombre de victimes de collisions, au sein de la période de migration n'est cependant pas toujours vérifié, et est plus complexe qu'on ne le pensait jusqu'à présent. Les conditions de visibilité, dépendantes de la météo, jouent certainement un grand rôle (Aschwanden *et al.*, 2018). Le risque de collision dépend donc des éoliennes, certaines étant plus impactantes que d'autres, par leur emplacement ou leur disposition (en zone de nidification d'une espèce sensible, perpendiculaire aux axes migratoires majeurs, mât treillis...) (Thaxter *et al.*, 2017 ; Marques *et al.*, 2020).

Les oiseaux sédentaires et nicheurs semblent intégrer la présence des éoliennes sur leur territoire et se tiennent en général à distance des turbines (100-300 m) (Strickland *et al.*, 2001 ; Winkelman, 1992 ; Thomas, 2000) sauf en cas de facteur attractif à proximité comme des champs labourés ou moissonnés qui augmentent les ressources alimentaires (Janss, 1998 ; Pedersen & Poulsen, 1991 ; Winkelman, 1985). Les oiseaux semblent toutefois capables de percevoir si les éoliennes sont en fonctionnement et de réagir en conséquence (Albouy *et al.*, 1997), bien que certaines espèces apparaissent moins aptes à prendre en compte la présence des éoliennes lorsque les individus sont concentrés sur une proie (cas notamment des vautours et des milans qui ne nichent pas près du parc). La sensibilité varie néanmoins d'une espèce à l'autre suivant son mode de vie et sa façon de percevoir un parc éolien dans son environnement. Les espèces les plus sensibles aux collisions sont souvent aussi celles qui sont les moins farouches. Inversement, les espèces les plus sensibles au risque d'évitement ou aux effets « barrière », sont aussi les moins sensibles au risque de collision.

Les rapaces et les migrants nocturnes sont généralement considérés comme les plus exposés au risque de collision avec les éoliennes (Curry & Kerlinger, 1998 ; Hill *et al.*, 2014). Les collisions peuvent être plus fréquentes la nuit, les migrants étant attirés par les lumières des éoliennes, ou par mauvais temps, lorsqu'ils sont obligés de voler à faible hauteur. Cependant, l'utilisation de lumière rouge n'a pas d'impact sur le taux de collision des migrants nocturnes (Kerlinger *et al.*, 2010).

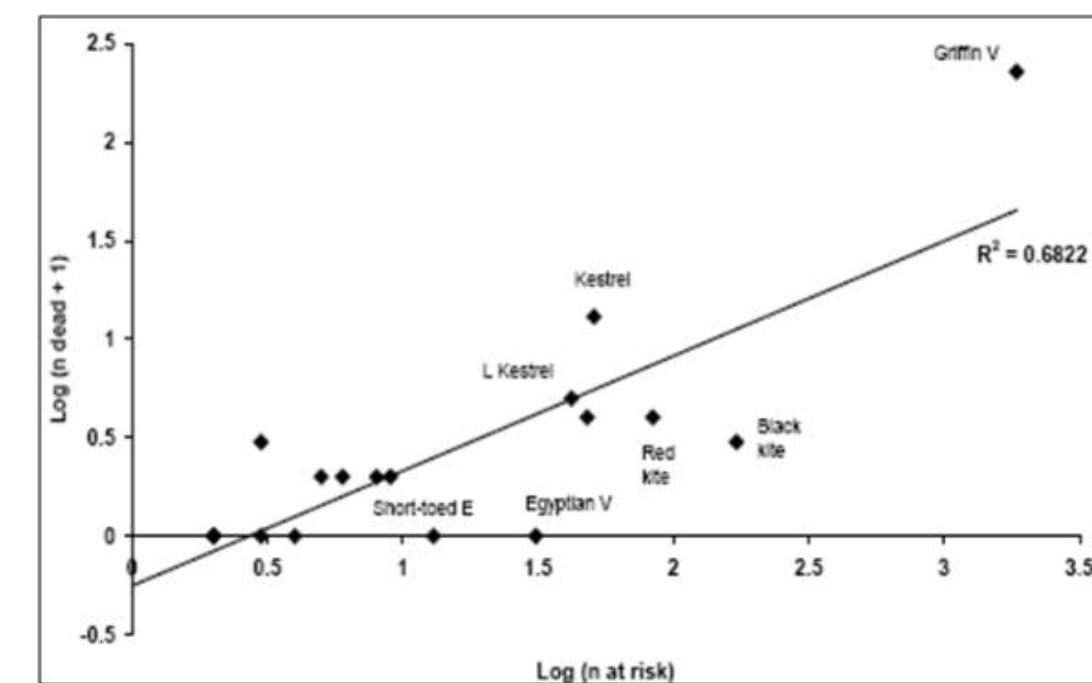
Durant une journée de migration typique, l'aube et le crépuscule sont des périodes durant lesquelles les oiseaux risquent d'entrer en collision avec les structures des parcs éoliens, car leur altitude varie beaucoup (Richardson, 1998 ; Langston & Pullan, 2003).



Figure 23 : Roitelet à triple bandeau (Sens Of Life, 2020).

Le degré de sensibilité générale de l'avifaune migratrice est donné ci-dessous :

- De novembre à janvier : sensibilité très faible à nulle,
- En février : sensibilité faible à moyenne,
- **De mars à avril : sensibilité moyenne,**
- En mai : sensibilité faible à moyenne,
- De juin à juillet : sensibilité faible,
- **D'août à octobre : sensibilité forte en raison des effectifs plus importants.**



Graphique 29 : Corrélation entre le nombre de rapaces avec un comportement à risque et la mortalité, pendant 3 ans sur 13 parcs éoliens au nord de l'Espagne (Lekuona & Ursua, 2006).

Une étude de corrélation (Whitfield & Madders, 2006), entre les comportements de vols à risques et la mortalité observée sur 13 parcs éoliens du nord de l'Espagne pendant 3 ans (Lekuona & Ursua, 2006) permet une appréciation comparative des sensibilités au risque de collision pour les rapaces diurnes. Le graphique suivant apporte une vision synthétique des résultats, que les suivis de mortalité ne confortent pas toujours. Une autre étude menée au Canada met en lumière que les rapaces sont particulièrement vulnérables durant les périodes automnale et hivernale, lorsque les températures sont faibles et les ascendances thermiques limitées, les

contraignant à voler à plus basse altitude à la recherche de courants d'air ascendants créés par les zones de relief (Katzner *et al.*, 2012).

Long *et al.* (2011) met en évidence que les couleurs blanches et jaunes sur les éoliennes sont fortement attractives pour les insectes et augmente donc l'activité de chasse autour des machines et le risque de collision associé. Pour pallier le risque de collision des oiseaux sur les pales d'éoliennes, une étude menée par des chercheurs du Norwegian Institute for Nature research (NINA) a été menée entre 2006 et 2016, sur un parc éolien de l'archipel de Smøla en Norvège. Sur les 68 turbines en place sur le site, 4 ont vu une de leur pale peinte en noir (Figure 24, à gauche), et les résultats des 9500 suivis réalisés durant les 10 années ont montré que ces quatre éoliennes affichaient un taux de mortalité réduit de 70% par rapport aux autres éoliennes du parc. En effet, une pale peinte en noir permettrait à l'éolienne d'être beaucoup plus visible et plus facilement détectable par un oiseau en vol. On notera qu'il s'agit d'extrapolations à partir de peu d'oiseaux retrouvés morts et peu d'éoliennes expérimentales, et que cette étude concerne principalement les rapaces et notamment le Pygargue à queue blanche. Cette solution semble prometteuse et devrait être développée sur d'autres parcs afin d'évaluer son efficacité avec plus de précisions (May *et al.*, 2020). En 2023, la modélisation d'une mesure de réduction d'impact des éoliennes offshore basée sur la vision a été menée, cette fois avec le mât et les pales peintes avec des rayures horizontales (Figure 24, à droite), et semble confirmer ces résultats avec une réduction estimée de 70% du taux annuel de mortalité par collision (Martin & Banks, 2023).



Figure 24 : Différentes méthodes de mise en évidence des éoliennes pour augmenter leur visibilité par les oiseaux

Pour rendre un site d'implantation moins attractif pour les rapaces, il est possible de diminuer la qualité des habitats qu'ils fréquentent mais aussi leurs proies (micromammifères par exemple) (Gaultier *et al.*, 2019). Il est donc recommandé de ne pas tondre ou faucher avant mi-juillet (Aschwanden *et al.*, 2005) pour favoriser une végétation dense et haute qui ne serait pas adaptée pour la chasse des rapaces (Barrios & Rodríguez, 2004 ; Cordeiro *et al.*, 2012). En effet, les rapaces privilègient la chasse en zone ouverte, les parcelles fraîchement fauchées, les cultures basses et les sols nus constituant leur site de chasse préférentiel (Aschwanden *et al.*, 2005; Lucéole, 2012). Ils fréquentent beaucoup les zones de lisières entre les cultures et les chemins. Les cultures de betteraves ne sont que peu utilisées sauf en période de récolte (Lucéole, 2012). Les cultures dont le sol est nu pendant la période de nidification sont à proscrire (par exemple le maïs). Au pied des éoliennes, il est donc recommandé de planter de la végétation pérenne afin d'éviter les sols nus.

En parallèle d'une gestion de l'habitat sur le site d'implantation du parc éolien, il est possible d'améliorer ou créer des milieux favorables aux espèces cibles sur une zone plus éloignée (Paula *et al.*, 2011). Par exemple, améliorer la disponibilité en nourriture (favoriser les milieux ouverts, ou créer une parcelle de luzerne fauchée régulièrement), des programmes de repeuplement d'espèces proies (Paula *et al.*, 2011) ou la création de charniers pour les rapaces charognards (Cortés-Avizanda *et al.*, 2010). En Allemagne, des placettes d'alimentation sont régulièrement positionnées pour attirer les Milans royaux loin des parcs éoliens. Cette mesure a été mise en place par un exploitant une seule fois en France et abandonnée à cause de la gestion très contraignante de cette mesure en termes de réglementation, notamment sanitaire. Afin de limiter la fréquentation des Milans royaux sur le site, il est aussi possible de créer des zones attractives (éloignées du projet, mais dans la zone de nidification) avec des plantations de luzernes ou de surfaces en herbe avec fauches différencierées. Toutefois, il faut veiller à ce que ce territoire plus favorable soit libre et n'augmente pas le risque de conflits inter- ou intraspécifiques (Gaultier *et al.*, 2019).

La collision des oiseaux avec les pales est l'impact le plus couramment cité lorsque l'on évoque l'énergie éolienne (American Wind Wildlife Institute, 2016). Il s'agit, en effet, de l'impact le plus facile à constater ; pour autant, il n'est pas certain qu'il soit le plus préjudiciable à la bonne conservation des populations d'oiseaux. Le dérangement des espèces nicheuses en phase d'exploitation a probablement un impact plus néfaste sur les espèces les plus patrimoniales, en particulier celles à maturité lente et à faible productivité annuelle (Gaultier *et al.*, 2019).

7.3.2 Perte d'habitat

La bibliographie révèle des effets variables sur la perte d'habitat de l'avifaune avant et après l'implantation des parcs éoliens (Schuster *et al.*, 2015). Les effets positifs découlent d'une modification d'habitat qui pourrait améliorer la qualité du milieu pour certaines espèces et les attirer (Pearce-Higgins *et al.*, 2012) ; (Shaffer & Buhl, 2016) et les négatifs, les plus communs, sont souvent liés à un dérangement provoquant un déplacement (Osborn *et al.*, 1998 ; Leddy *et al.*, 1999 ; Smith & Dwyer, 2016).

Il s'agit principalement de destruction ou d'altération d'habitats naturels ou d'habitats d'espèces, et de destruction de stations végétales. Ils ne se distinguent pas sensiblement des effets des autres types d'aménagements et d'infrastructures mais il faut toutefois prêter une attention particulière au fait que les parcs sont installés sans connexion avec le tissu urbanisé ou industrialisé, dans les milieux agricoles ou naturels et que de ce fait les perturbations sur les milieux ou sur les espèces peuvent être plus importants que d'autres types d'aménagements et d'infrastructures qui s'implantent dans des zones où l'état de la biodiversité peut être davantage dégradé (Perret, 2017).

Les oiseaux friands d'espaces ouverts évitent les structures verticales telles que les éoliennes. A proximité de celles-ci, ils se sentent souvent dérangés. Ces situations de stress chez les hôtes hivernants ou les migrateurs en escale peuvent générer un affaiblissement physique, qui réduit leurs chances de survie. Les oiseaux nicheurs n'ont en général qu'un taux de reproduction médiocre en cas de stress, ce qui peut avoir pour effet une diminution, voire une disparition, des populations locales (Vogelwarte, 2016). Les éoliennes peuvent être assimilées par certains oiseaux comme reposoirs de rapaces (Kreuziger, 2008). D'autres espèces sont dérangées par le bruit des machines ou des travaux de construction (Larsen & Madsen, 2000 ; Garvin *et al.*, 2011 ; Johnston *et al.*, 2014).

La corrélation positive entre la hauteur des éoliennes et la distance d'évitement est moins importante pour les oiseaux nicheurs (Hötker *et al.*, 2006). En effet, plusieurs études soulignent la capacité d'adaptation des espèces à la présence des éoliennes (Percival, 1998 ; Guyonne & Clave, 2000 ; Kingsley & Whittam, 2001 ; James & Coady, 2004), avec une diminution progressive de la distance d'éloignement.

L'incidence critique de nombreuses activités humaines (dont un projet éolien fait partie) sur les oiseaux en période de nidification ou de migration est le risque de modifications comportementales à un moment particulièrement

vulnérable du cycle biologique des oiseaux (vulnérabilité des couvées et des jeunes, forte activité des parents qui peut se traduire par l'abandon de la phase de nidification, voire de l'habitat, abandon des zones de halte migratoire) (Schuster *et al.*, 2015 ; Smith & Dwyer, 2016).

Le risque de modification comportementale pourra avoir un caractère soit temporaire, lié aux dérangements occasionnés par les travaux d'installation des éoliennes, soit permanent, directement lié au fonctionnement des éoliennes. Les aménagements associés à la construction des parcs comme la création de routes d'accès peuvent également générer une perte d'habitat (Larsen & Madsen, 2000).

Avant la ponte, ces modifications de comportement peuvent varier d'une modification de la répartition du site entre les individus (incidence patrimoniale faible) à un abandon du nid, voire du site (incidence patrimoniale forte). Pour certaines espèces reconnues comme très sensibles ou remarquables à l'échelle européenne, nationale ou régionale, l'abandon d'un territoire nuptial peut porter directement atteinte à la dynamique des populations, et indirectement à la pérennité de l'espèce (Smith & Dwyer, 2016). A cet égard, les rapaces sont particulièrement sensibles au début de la période de nidification (Gensbol, 2004).

Mais c'est plutôt après la ponte que la vulnérabilité de l'espèce est la plus marquée (activité fortement consommatrice d'énergie pour les parents et fragilité des œufs et des jeunes). Si les travaux d'implantation des éoliennes interviennent alors que la nidification est commencée, le risque le plus important est l'abandon des œufs ou des jeunes par les parents. Les chances d'un remplacement de la nichée abandonnée sont alors très réduites, d'autant plus que la nichée initiale était avancée (stress et fatigue des parents, intensification progressive des contraintes climatiques, diminution des ressources trophiques).

En ce qui concerne la phase d'exploitation des éoliennes, son impact résultera du rapport entre les implantations précises des machines et l'occupation du site par les oiseaux en comportement nuptial (défense du territoire nuptial, parade nuptiale, recherche de matériaux pour la construction des nids, recherche de nourriture...). Des modifications de comportements peuvent également avoir lieu. Là encore, pour les espèces les plus sensibles, une simple modification de comportement après la ponte, voire un abandon des jeunes, peut porter directement atteinte à la dynamique des populations de l'espèce en question et indirectement à sa pérennité.



Figure 25 : Aigle royal
(CCO domaine public).

de pertes d'habitat pour l'Aigle royal, dans une autre région de France (Riols-Loyrette, 2015). Cette perte d'habitat fonctionnel a également été constatée pour des Milans noirs suite à l'implantation d'éoliennes au Portugal (Marques *et al.*, 2020).

L'éloignement des zones de reproduction est donc recommandé pour les espèces les plus sensibles et qui revêtent un caractère patrimonial marqué. L'intérêt de cette mesure consiste à éviter de créer des situations à risque au sein des zones les plus fréquentées entre zones de reproduction et zones d'alimentation à une période cruciale du cycle biologique des oiseaux, mais aussi parfois pour des raisons de risques directs de dérangement au nid (en période de travaux et en phase d'exploitation).

La littérature existante sur les autres impacts des parcs éoliens souligne les effets indirects sur le succès reproducteur, la survie des individus ou encore les interférences dans la communication entre individus à cause du bruit des machines (Smith & Dwyer, 2016).

7.3.3 Effet barrière

L'effet barrière correspond à la modification du comportement de vol des oiseaux pour éviter un obstacle, et se matérialise par différentes réactions : déviation de la trajectoire dans l'axe horizontal (ADEME, 1999 ; Curry & Kerlinger, 1998 ; Dirksen *et al.*, 2000 ; Percival, 2001 ; Winkelman, 1985), dans l'axe vertical ou bien franchissement entre les obstacles.

Le taux de réaction est proportionnellement plus important pour les éoliennes érigées de façon perpendiculaire à l'axe migratoire (Johnson *et al.*, 2003) car elles constituent un barrage que les oiseaux doivent franchir. La position des parcs par rapport aux axes migratoires (perpendiculaire ou parallèle par exemple) est donc un facteur important (Albouy *et al.*, 2001 ; Larsen & Madsen, 2000). Les caractéristiques météorologiques (plafond nuageux bas, nappes de brouillards persistants, vent de face) peuvent conduire à des situations plus risquées.

L'impact dépend des espèces concernées, de la hauteur du vol, de la distance aux éoliennes, de l'heure de la journée, de la force et de la direction du vent, et ces réactions nécessitent une dépense d'énergie supplémentaire qui vient s'ajouter aux multiples efforts et risques rencontrés lors des voyages migratoires. Des évitements fréquents ont été observés chez les canards et les oies (Desholm & Kahlert, 2005 ; Larsen & Madsen, 2000 ; Loesch *et al.*, 2013), un peu moins chez les échassiers et les grives, dont certaines migrent la nuit, les corvidés (Dooling & Lohr, 2000 ; Winkelman, 1985) et les rapaces (Cabrera-Cruz & Villegas-Patraca, 2016 ; Garvin *et al.*, 2011).

Il faut considérer les risques de collision et d'effarouchement comme les deux faces d'une même pièce. Les oiseaux qui ne montrent pas de réaction d'évitement par rapport aux éoliennes seront souvent plus sujets aux collisions que ceux qui sont effarouchés. Les grues cendrées, par exemple, peuvent être considérées comme sensibles à l'effarouchement dans le sens où elles ont tendance à contourner les parcs (le plus souvent bien en amont et sans montrer de réaction vive). De fait, aucun cadavre de Grue cendrée n'a, à ce jour, été répertorié en France et seuls 27 cadavres ont été recensés en Europe (Dürr, 2020 ; Marx, 2017). Cependant, cette faible mortalité constatée résulte en partie du faible nombre d'éoliennes implantées jusqu'ici sur le couloir de migration ou à proximité des sites d'hivernage des grues cendrées et du faible nombre de rapports de suivis de mortalité disponibles. Le coût engendré par le contournement des parcs éoliens reste un domaine de recherche à explorer (Gaultier *et al.*, 2019). Les cygnes en migration semblent également sensibles à l'effet barrière puisqu'ils contournent les sites d'implantation (Moriguchi *et al.*, 2019). Le nombre de collisions est supérieur aux extrémités des alignements d'éoliennes (Anderson *et al.*, 2001 ; Cade, 1994 ; Thelander & Rugge, 2000). Les distances de réaction varient de 300 à 500 mètres des éoliennes pour la majorité des migrants diurnes (contre 20 mètres pour les migrants nocturnes) (Albouy *et al.*, 1997 ; Winkelman, 1994). Des effets indirects cumulatifs peuvent être envisagés lorsqu'une modification de la trajectoire initiale implique de nouveaux obstacles (lignes électriques à haute tension par exemple).

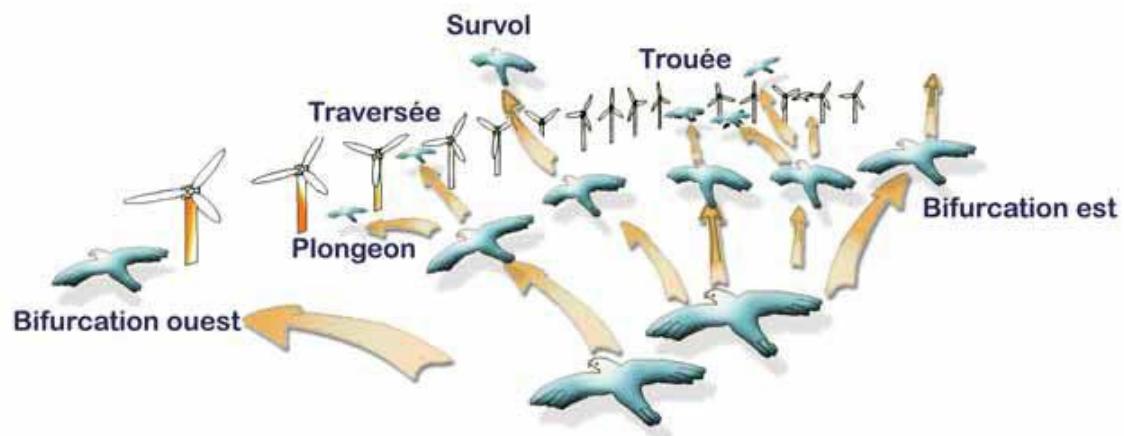


Figure 26 : Stratégie de franchissement d'un parc éolien sur le littoral audois (source : LPO Aude, 2001)

L'impact doit être évalué à la fois au cours des migrations prénuptiales et postnuptiales puisqu'une même espèce n'utilise pas forcément le même axe migratoire au printemps et à l'automne. Néanmoins, le risque peut apparaître plus important pour les migrations postnuptiales, puisqu'il s'agit des premiers mouvements migratoires pour les jeunes de l'année, plus fragiles et plus exposés aux dangers divers de la migration. Le flux migratoire postnuptial est également numériquement plus important. Il semblerait que les vols postnuptiaux s'effectuent généralement à plus faible hauteur qu'en période prénuptiale (tendance mise en évidence par le biais de suivis radar, selon Greet Ingénierie, 2006).

7.4 Sensibilité des chiroptères à l'éolien

7.4.1 Généralités

Les premiers cas de mortalité de chiroptères provoqués par des éoliennes ont été décrits au début des années 70 (Hall & Richards, 1972). Cependant, il a fallu attendre le milieu des années 1990 pour voir apparaître les premières études consacrées à l'impact des parcs éoliens sur les chauves-souris. Elles ont été menées aux Etats-Unis, principalement dans le Minnesota, l'Oregon et le Wyoming (Johnson *et al.*, 2003; Osborn *et al.*, 1996 ; Puzen, 2002).

En Europe, des études sur le sujet ont vu le jour à la suite des protocoles de suivi sur la mortalité des oiseaux, qui ont révélé des cas de collision avec les chauves-souris. Ces études se sont déroulées principalement en Allemagne (travaux de Bach, 2001 ; Bach *et al.*, 1999 ; Brinkmann *et al.*, 2006 ; Dürr, 2002) et en Espagne (Alcalde, 2003 ; Lekuona, 2001). L'étude de cette problématique a été plus tardive en France (Beucher *et al.*, 2011 ; Cornut & Vincent, 2010 ; Dulac, 2008 ; Lagrange *et al.*, 2009 ; Rico *et al.*, 2012 ; Rico & Lagrange, 2011 ; Allouche *et al.*, 2010). Depuis, ces suivis de mortalité se sont répandus en Europe. Dans sa dernière publication « Guidelines for consideration of bats in wind farm projects, Revision 2014 » et ses annexes, le groupe de travail EUROBATS propose une compilation aussi exhaustive que possible de ces travaux à travers l'Europe.

La compilation chiffrée des données disponibles est régulièrement mise à jour, au niveau européen, par T. Dürr. Certaines études montrent une mortalité plus importante sur les chiroptères que sur les oiseaux (Smallwood, 2013) : aux Etats-Unis, la mortalité annuelle évaluée sous les éoliennes serait de 888 000 chauves-souris pour 573 000 oiseaux. Cette sensibilité particulière des chiroptères à l'éolien pourrait être due à plusieurs phénomènes :

- Une possible attraction des chauves-souris par les éoliennes, notamment par les insectes concentrés autour des parties chaudes des éoliennes (Bennett *et al.*, 2017 ; Foo *et al.*, 2017). Les pics d'activité des chiroptères sont liés à l'essaimage des insectes : un pic à la fin du printemps - début été (coïncide avec la période de mise bas des chiroptères) et un autre fin été - début automne (migration, émancipation des jeunes chiroptères) (Beucher *et al.*, 2017) ;
- Elles pourraient rechercher des gîtes dans les éoliennes en les confondant avec des grands arbres (Bennett & Hale, 2014 ; Cryan, 2008 ; Gaultier *et al.*, 2020 ; Kunz *et al.*, 2007), ou encore en voulant s'en servir comme sites de reproduction (Cryan, 2008 ; Gaultier *et al.*, 2020) ou simplement explorer les éoliennes par curiosité (Cryan & Barclay, 2009) ;
- Un problème de détection des pales en mouvement : les extrémités de pale se déplacent à des vitesses linéaires importantes (plus de 250 km.h⁻¹), tout en présentant une faible surface réfléchissante pour les ultrasons utilisés par le système d'écholocation des chiroptères. Cette contrainte est augmentée par la génération d'un effet Doppler important : sur une cible arrivant à 250 km.h⁻¹, l'écho revient vers l'animal avec un décalage en fréquence de 20 kHz. Il entraîne obligatoirement une erreur de mesure (la chauve-souris perçoit la cible plus éloignée qu'elle ne l'est en réalité). Le signal pourrait aussi simplement être ininterprétable ou inaudible pour l'animal qui n'a que quelques fractions de seconde pour réagir.

Le phénomène de barotraumatisme (Figure 27) décrit par Baerwald *et al.* (2008) et Seiche (2007), puis par Baerwald & Barclay (2009) résulterait du passage de la pale à proximité de la chauve-souris. L'animal pourrait donc être impacté dans certaines conditions même s'il a évité la pale. En effet, à proximité immédiate de l'extrados des pales en mouvement, les chauves-souris traversent une zone de dépression brutale. Cette variation de pression entraîne la rupture des vaisseaux capillaires (pulmonaires essentiellement) et provoque une hémorragie létale sans qu'il n'y ait eu de contact avec la pale. Ce phénomène explique que la plupart des cadavres récupérés et examinés ne présentent aucune lésion externe. Horn *et al.* (2008) montrent que les risques sont plus importants lorsque la vitesse de rotation des pales n'est pas très élevée, ce qui se produit par vent faible. La mort

par barotraumatisme n'étant pas directe, il est possible que l'individu soit encore capable de voler quelques temps après le traumatisme et donc que le cadavre ne soit pas retrouvé sous l'éolienne (Gaultier *et al.*, 2020).

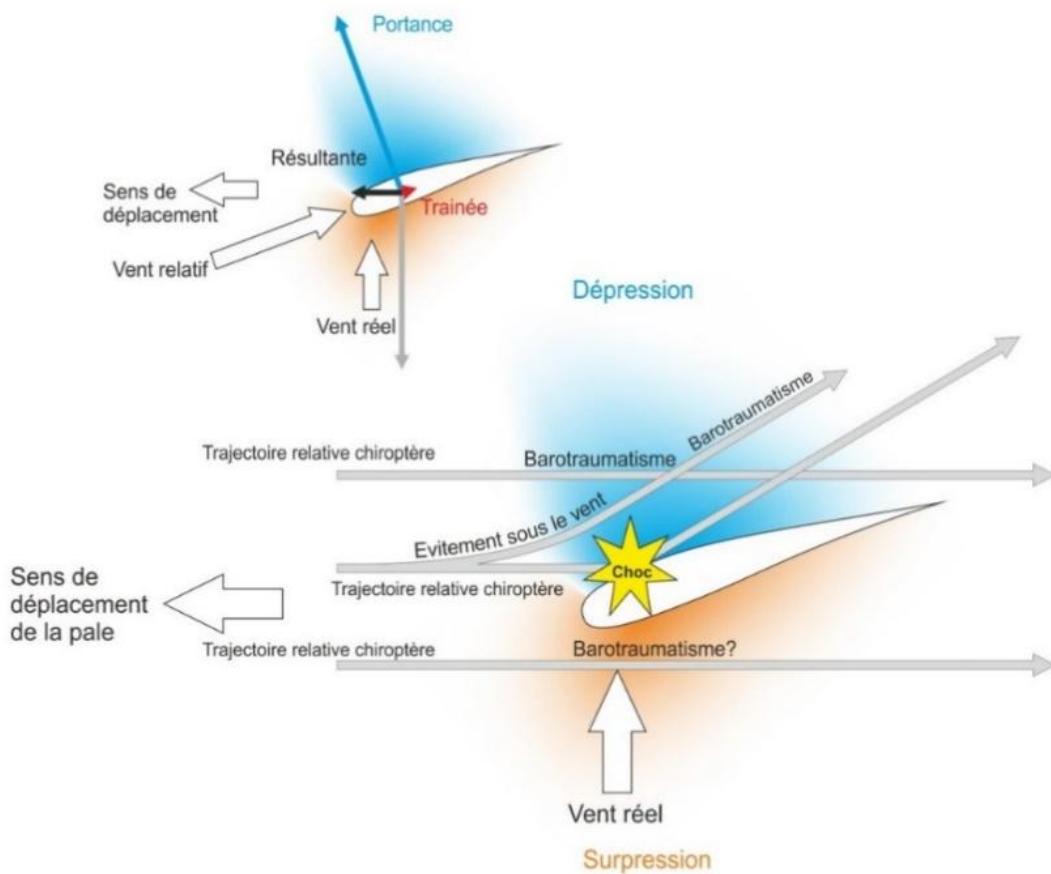


Figure 27 : Description du phénomène de barotraumatisme.

La sensibilité des chiroptères vis-à-vis des éoliennes est variable en fonction de :

- L'écologie des espèces concernées, avec une sensibilité plus importante pour des espèces dites de haut-vol (> 40 m) appartenant principalement aux groupes des Sérotules (*Eptesicus-Nyctalus*) et des Pipistrelles (Heitz & Jung, 2016) ; en Europe, les espèces les plus touchées seraient la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) et la Noctule commune (*Nyctalus noctula*) (Gaultier *et al.*, 2020). Au contraire, les Rhinolophes et le genre *Myotis* chassent plutôt près du sol ou directement dans la végétation ce qui réduit les risques de collision (Gaultier *et al.*, 2020 ; Rydell *et al.*, 2010a) ;
- Du sexe, par exemple, les femelles de Noctule commune auraient un territoire de chasse plus grand et explorerait plus de nouveaux territoires que les mâles, elle n'hésiterait donc pas à chasser à proximité des éoliennes (Roeleke *et al.*, 2016) ;
- Du milieu d'implantation des éoliennes avec des mortalités plus importantes en milieu forestier, sur des crêtes, le long de grands cours d'eau ou des zones littorales, moins importantes en milieu agricoles diversifiés et minimales sur des plaines agricoles (Barré *et al.*, 2023; Rydell *et al.*, 2010b) ;
- De la saison, avec des pics de mortalité en fin d'été et début de l'automne, période de dispersion des jeunes et de migration (Barré *et al.*, 2023; Heitz & Jung, 2016; Marx, 2017) ;
- De l'heure, avec une période d'activité maximale en début de nuit (Haquart, 2013) ;

- Des conditions climatiques, avec une sensibilité maximale les nuits sans précipitations, faible vent souvent au-dessous de $6,5 \text{ m.s}^{-1}$ et avec hautes températures (Barré *et al.*, 2023 ; Beucher, 2020 ; Joiris, 2012). Pour les espèces de lisières comme les Pipistrelles, les pics d'activité ont lieu pour des vitesses de vent d'environ 2 m.s^{-1} et des températures comprises entre 10 et 15°C (Beucher *et al.*, 2017). Les espèces comme les Noctules présentent un pic d'activité vers 5 m.s^{-1} (Beucher *et al.*, 2017). Nous avons étudié la différence entre activité et mortalité des chiroptères grâce à des caméras thermiques (Rico & Lagrange, 2015) : la forte activité a lieu pour des vitesses de vent faibles, lorsque l'éolienne ne tourne pas, il n'y a donc pas de mortalité, mais lorsque le vent atteint 5 à 6 m.s^{-1} , l'éolienne commence à tourner alors qu'il y a encore de l'activité chiroptérologique, ce qui induit donc des cas de mortalité ;
- Des caractéristiques des éoliennes (hauteur du mât, diamètre du rotor, longueur des pales, vitesse de rotation), avec une sensibilité maximale pour les éoliennes de moins de 30 mètres de garde au sol et un grand diamètre de rotor qui implique une plus grande surface balayée (Heitz & Jung, 2016). Plus les éoliennes sont larges et hautes, plus le risque de mortalité sera élevé (Gaultier *et al.*, 2020 ; Rydell *et al.*, 2010a). La distance entre chaque éolienne va également jouer un rôle : des turbines plus proches les unes des autres peuvent réduire l'effet d'évitement du parc éolien et l'emprise du parc dans l'environnement (Barré, 2018 ; Barré *et al.*, 2023), mais diminuent également la possibilité de déplacement entre chaque éolienne.

7.4.2 Description des espèces de chiroptères rencontrées

7.4.2.1 Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)



Figure 28 : Pipistrelle commune.
CCO domaine public.

La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe III de la convention de Berne, annexe II de la Convention Bonn et annexe I de l'accord EUROBATS) et classée comme « Quasi-menacée » sur la Liste rouge IUCN France métropolitaine.

Cette espèce fréquente tous les types de milieux, même les zones fortement urbanisées. Pour la chasse, on note une préférence pour les zones humides, les jardins et parcs, puis les milieux forestiers et enfin les milieux agricoles.

Peu lucifuge, elle est capable de s'alimenter autour des éclairages. Elle est active dans le premier quart d'heure qui suit le coucher du soleil. Les distances de prospection varient en fonction des milieux mais dépassent rarement quelques kilomètres. Très opportuniste, elle chasse les insectes volants, préférentiellement les Diptères mais aussi des Lépidoptères, Coléoptères, Trichoptères, Neuroptères, Cigales et Ephémères. Sur son secteur de chasse, elle vole entre 5 et 30 mètres de hauteur mais elle peut ponctuellement utiliser le milieu aérien (notamment au-dessus de la canopée ou en transit). Les animaux se dispersent en moyenne dans un rayon de 1,3 km autour des colonies (Dietz *et al.*, 2009), très rarement à plus de 5 km (Arthur & Lemaire, 2009). Ses plus longs déplacements sont saisonniers, depuis des secteurs de mise-bas vers des secteurs de reproduction (« swarming ») ou vers des secteurs d'hivernage situés généralement à moins de 20 km les uns des autres.

Les gîtes de cette espèce sont fortement liés aux habitations humaines ; la Pipistrelle commune est très anthropophile que ce soit pour ses gîtes d'été ou d'hiver. Elle hiberne, de novembre à fin mars, préférentiellement dans des endroits confinés dans les bâtiments non chauffés (greniers, églises, bunkers). Pour la mise-bas, elle se regroupe en colonies de 30 à une centaine de femelles, essentiellement dans des gîtes anthropiques (maisons, granges, garages). Le développement des jeunes est rapide et ils sont volants à quatre semaines. Les parades sont observées de mi-juillet à octobre (Beucher, 2020).

L'espèce étant liée à des zones fortement anthropisées, les éoliennes à proximité des habitations ont une forte incidence sur l'espèce, avec une mortalité élevée par collision avec les pales des éoliennes ou par barotraumatisme. Il semblerait qu'elles s'approchent de ces structures par simple curiosité (Dubourg-Savage, 2004).

Elle émet des cris entre 42 et 51 kHz (en milieu très perturbé). Ses cris sociaux représentent un trille à 18 kHz.

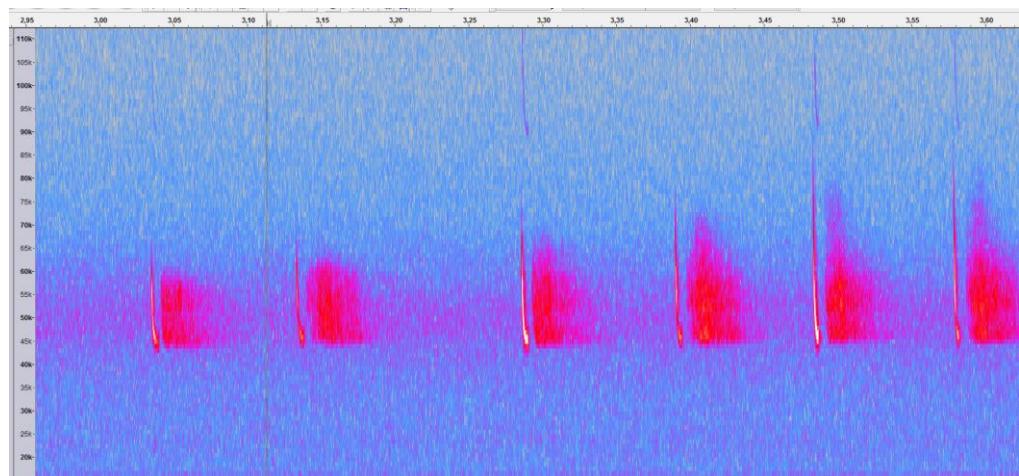


Figure 29 : Sonogramme de cris émis par une Pipistrelle commune

Concernant la mortalité en Europe, 2 569 cas ont été attribués de manière certaine à la Pipistrelle commune, dont 1 124 en France (Dürr, 2022). C'est l'espèce dont les cas de mortalité sont les plus nombreux. En définitif, la Pipistrelle commune apparaît comme très sensible au risque de mortalité. Les éoliennes situées à proximité de lisières dont le champ de rotation des pales est proche des supports d'écholocation de l'espèce (lisière, canopée etc.) semblent être les plus à risque. **Sa note de risque est très élevée (3,5/4,5).**

7.4.2.2 Pipistrelle de Natusius (*Pipistrellus nathusii*)

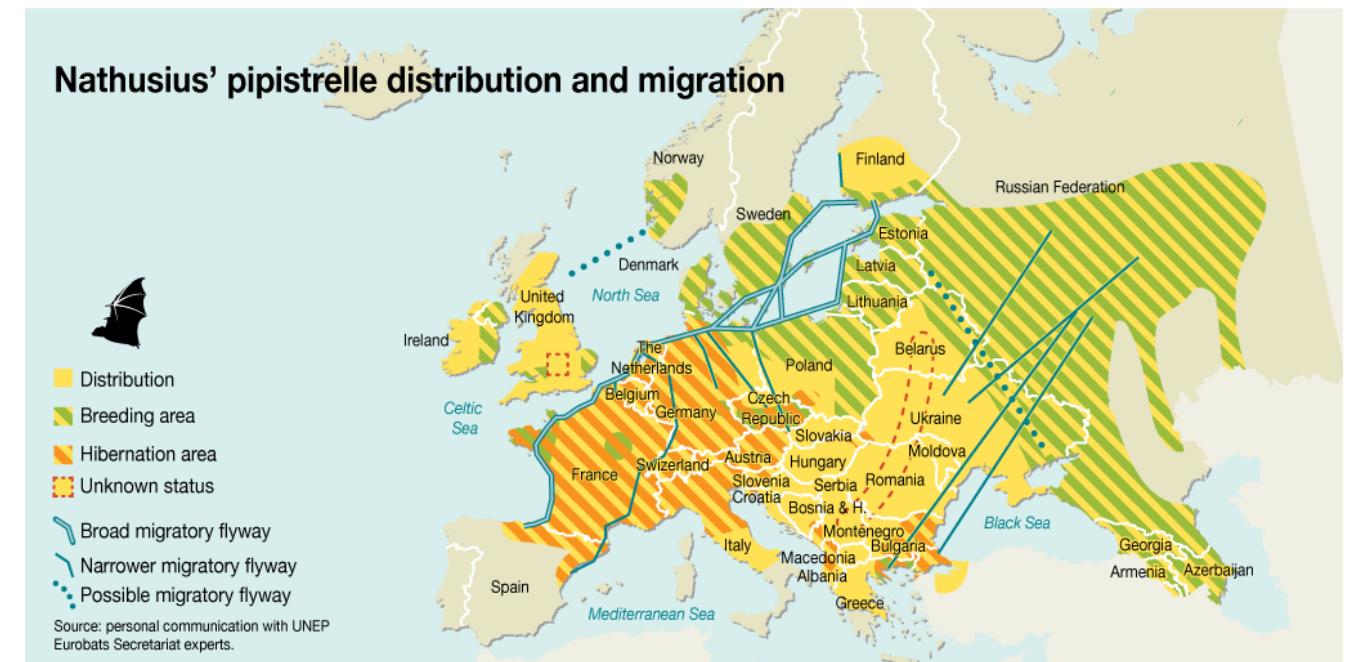
La **Pipistrelle de Natusius** (*Pipistrellus nathusii*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexes II des conventions de Berne et de Bonn et annexe I de l'accord EUROBATS) et classée comme « Quasi-menacée » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine.

Cette pipistrelle est présente essentiellement en Europe centrale et se reproduit principalement au Nord de son aire de répartition. Espèce migratrice, elle entreprend des déplacements saisonniers sur de très grandes distances (souvent plus de 1000 km) pour rejoindre ses lieux de mise-bas ou ses gîtes d'hibernation. Les femelles quittent le sud-ouest de l'Europe au printemps (avril) en direction de leurs sites de mise-bas dans le nord-est de l'Europe. Les mises-bas ont lieu début juin principalement en gîtes arboricoles, entre les fentes du bois ou les chablis. Les jumeaux sont fréquents. Les premiers jeunes sont volants au plus tard mi-juillet. Les femelles sont fidèles à leur lieu de naissance. Ces femelles, accompagnées des jeunes, regagnent leurs gîtes d'hibernation et les secteurs de parades au sud-ouest de l'Europe à partir du mois de septembre (un pic est observé fin septembre en Lorraine). Les mâles, quant à eux, sont plus sédentaires et restent erratiques durant la période estivale. Ils se déplacent vers leur secteur de reproduction (parades) au retour des femelles (fin août et septembre).



Figure 30 : Pipistrelle de Natusius. CCO domaine public.

Les accouplements ont lieu de début août à septembre, les mâles se constituent un harem de 2 à 5 femelles. Ses gîtes hivernaux se situent dans les cavités arboricoles, les fissures et les décollements d'écorce, mais aussi au sein des bâtiments derrière les bardages en bois et les murs creux frais. Elle hiberne en solitaire ou en petits groupes d'une douzaine, voire une cinquantaine d'individus, parfois en mixité avec les trois autres Pipistrelles. Son comportement migratoire induit des disparités fortes quant à sa présence et à son comportement estival. Certaines régions n'abritent que des mâles, en essaims ou solitaires, d'autres des colonies de mise-bas (de 20 à 200 femelles) et sur d'autres secteurs géographiques, il peut y avoir les deux sexes.



Carte 7 : Carte de répartition et de migration de la Pipistrelle de Natusius (Kurvits et al., 2011)

Espèce forestière, la Pipistrelle de Natusius patrouille à basse altitude le long des zones humides et chasse aussi en plein ciel à grande hauteur, préférentiellement en milieux boisés diversifiés, ou à proximité de structures linéaires (haies, lisières forestières...) mais aussi en milieu urbain sous des lampadaires. Elle quitte son gîte en moyenne 50 minutes après le coucher du soleil. Elle consomme essentiellement des Chironomes, et occasionnellement des Trichoptères, Névroptères, Lépidoptères, Hyménoptères et Coléoptères. Son vol de chasse est généralement situé entre 3 et 20 mètres de haut. Cette hauteur de vol peut aussi être plus importante notamment lors des phases de transit ou de migration. Son domaine vital peut atteindre une vingtaine de kilomètres carrés et elle s'éloigne jusqu'à une demi-douzaine de kilomètres de son gîte.

Ses émissions sonores sont comprises entre 34 et 42 kHz, de 4 à 11 ms.

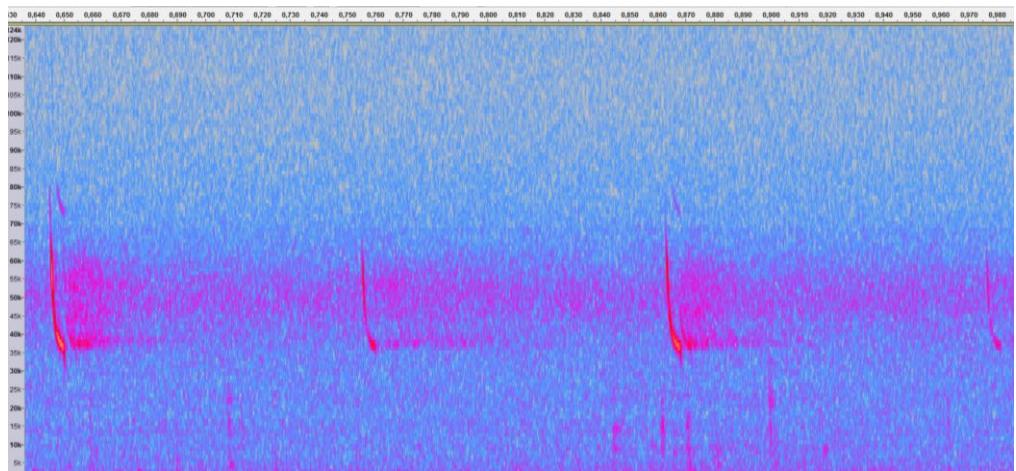


Figure 31 : Sonogramme des cris de Pipistrelle de Nathusius/Kuhl

La Pipistrelle de Nathusius apparaît comme très sensible au risque de mortalité lié aux éoliennes : avec 1 662 cas recensés en Europe, dont 303 en France (Dürr, 2022), elle est la 2^{ème} espèce de chiroptères la plus impactée. Les éoliennes situées à proximité de lisières et des voies de migrations semblent être les plus à risque. **Sa note de risque est très élevée (3,5/4,5).**

7.4.2.3 Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*)

La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexes II des conventions de Berne et de Bonn et annexe I de l'accord EUROBATS) et classée comme « Préoccupation mineure » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine.

Cette espèce se retrouve autour du bassin méditerranéen et dans l'Ouest de l'Asie, jusqu'au Pakistan et à la frontière de l'Inde. En Europe occidentale, elle est présente tout au long de la côte Atlantique.

Opportuniste, elle se nourrit des Culicidés, des Lépidoptères, des Chironomes, des Hyménoptères, des Brachycères, des Tipulidés et des Coléoptères, qu'elle chasse soit directement à la gueule, soit en utilisant ses membranes. C'est une espèce anthropophile. On la trouve dans les zones sèches, près des falaises, des rivières mais aussi les paysages agricoles, les milieux humides et les forêts de faible altitude. Elle se nourrit préférentiellement dans les parcs urbains avec éclairages publics mais elle chasse également aussi bien dans les espaces boisés que ouverts, les zones humides et montre une nette attirance pour les zones urbaines avec parcs, jardins et éclairages publics. Elle devient active dans la première demi-heure succédant au coucher du soleil.

Pour hiberner, elle se mélange avec d'autres Pipistrelles et préfère les anfractuosités des bâtiments frais même s'il est également possible de la retrouver dans des fissures de falaises ou dans des caves. Pour la mise-bas, ces Pipistrelles forment des colonies allant de 20 à une centaine d'individus et s'installent dans n'importe quel type d'anfractuosité sur les bâtiments. Il est beaucoup plus rare de les retrouver dans des cavités arboricoles. Les femelles sont fidèles à leur colonie de naissance. En fonction de la zone géographique, les naissances s'effectuent de mai à début juin. Les jumeaux sont fréquents. L'époque des parades se déroule entre la fin du mois d'août jusqu'au mois de septembre et les Pipistrelles utilisent des gîtes intermédiaires. Cette espèce ne semble pas être migratrice. La longévité maximale observée est de huit ans et l'espérance de vie moyenne se situe entre 2 et 3 ans.



Figure 32 : Pipistrelle de Kuhl.
CCO domaine public.

L'espèce est abondante et même en expansion depuis quelques années (Arthur & Lemaire, 2009). Elle jouit d'une grande aire de répartition. Cependant, par son caractère anthropophile, cette chauve-souris est souvent victime de dérangement ou de destruction de ses gîtes et les chats et les collisions automobiles sont les deux causes les plus connues d'accidents (Arthur & Lemaire, 2009).

La Pipistrelle de Kuhl est la 5^{ème} espèce la plus impactée, avec 471 cadavres recensés en Europe, dont 221 en France (Dürr, 2022). Ceci s'explique par son affinité pour les milieux ouverts, sa tendance à suivre les structures verticales et par sa curiosité (LPO Rhône-Alpes). **Sa note de risque est moyenne (2,5/4,5).**

7.4.2.4 Noctule commune (*Nyctalus noctula*)

La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexes II des conventions de Berne et de Bonn et annexe I de l'accord EUROBATS) et classée comme « Vulnérable » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine.



Figure 33 : Noctule commune.
CCO domaine public.

Espèce forestière, la Noctule commune s'est adaptée à la vie urbaine. Sa présence est liée à la proximité de l'eau. Elle exploite une grande diversité de territoires : massifs forestiers, prairies, étangs, alignements d'arbres, halos de lumière...

Elle quitte son gîte quand il fait encore clair, voire jour. La Noctule commune peut chasser sur une grande diversité d'habitats (du massif forestier à la prairie, en passant par des zones humides et des secteurs urbanisés). Elle survole le plus souvent ces secteurs de chasse à haute altitude (30 à 100 mètres). Ses territoires de chasse sont vastes (jusqu'à 50 hectares) et sont éloignés du gîte d'environ 10 km en moyenne (Dietz *et al.*, 2009). Elle chasse le plus souvent en groupe, et consomme ses proies en vol. Exclusivement insectivore et opportuniste, son régime alimentaire va des microdiptères aux Coléoptères (Arthur & Lemaire, 2009). Elle hiberne de novembre à mars, souvent en groupe mixte, en forêt (larges cavités, loges de pics, ...) comme en ville (corniches de pont, immeuble, ...). En été, la Noctule commune est présente dans les mêmes types de gîtes qu'en hiver, en solitaire, ou en petits essaims.

Espèce migratrice, elle est capable d'accomplir des parcours de plusieurs centaines de kilomètres (jusqu'à 1546 km). En quelques semaines, l'essentiel des femelles va migrer vers des territoires de mise-bas à l'Est et au Nord de l'Europe, et il ne restera plus que des mâles et quelques très rares colonies de parturition dispersées en France. Elles mettent bas à partir de mi-juin, d'un ou deux petits. Elles peuvent être aptes à la reproduction dès leur première année. L'émancipation est atteinte au bout de sept à huit semaines. Le retour s'effectue avec les jeunes de septembre à octobre, pour rejoindre les mâles (plus sédentaires) sur les sites de parades, et pour retourner dans leur secteur d'hibernation. Lors de ces déplacements, il est possible d'observer des noctules communes en vol parmi des groupes d'oiseaux migrateurs à une centaine de mètres d'altitude en plein jour. Une partie des populations européennes montre des tendances sédentaires comme en Espagne, en Grande-Bretagne et en Suède (Arthur & Lemaire, 2009). Comparée à toutes les autres espèces, la Noctule commune montre une très courte espérance de vie estimée à 2,2 ans (Arthur & Lemaire, 2009). Actuellement, le record de longévité connu n'est que de douze ans.

Les émissions sonores de la Noctule commune sont très puissantes, entre 16 et 24 kHz ; elles peuvent porter jusqu'à 150 mètres.

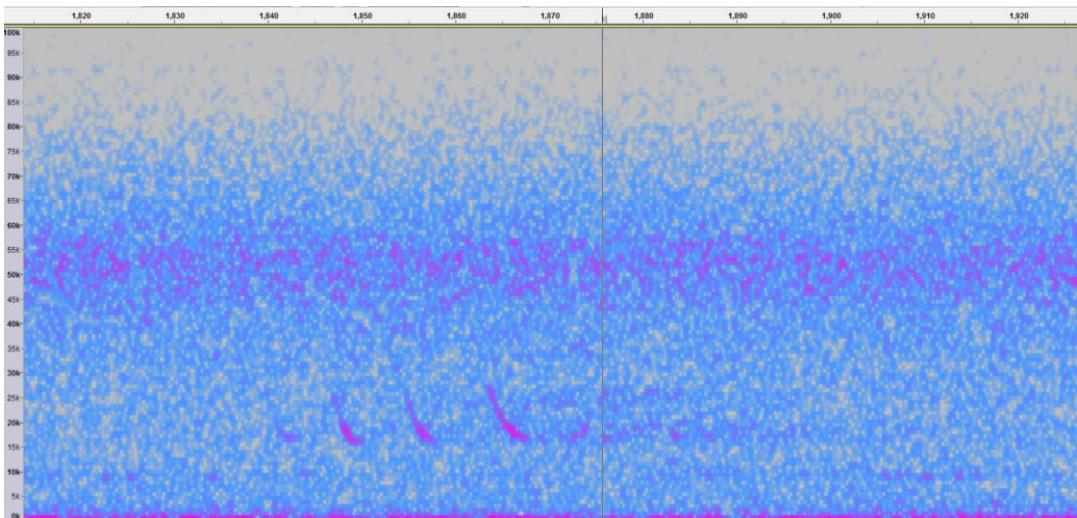


Figure 34 : Sonogramme de cris émis par une Noctule commune

La Noctule commune est la 3^{ème} espèce la plus touchée par l'impact éolien en Europe : 1 616 cas de mortalité en Europe ont été attribués de manière certaine à la Noctule commune, dont 147 en France (Dürr, 2022). Son comportement de chasse et ses déplacements à des altitudes élevées la rende particulièrement sensible à cet impact. **Sa note de risque est la plus élevée chez les chiroptères (4/4,5).**

7.4.2.5 Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)



Figure 35 : Noctule de Leisler.
CC0 domaine public.

La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexes II des conventions de Berne et de Bonn et annexe I de l'accord EUROBATS) et classée comme « Quasi-menacée » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine.

La Noctule de Leisler est une espèce d'Europe centrale dont la répartition s'étend vers le Sud jusqu'en Espagne en même temps qu'elle se raréfie.

La Noctule de Leisler peut chasser sur pratiquement tous les types de milieux (du sous-bois à la plaine céréalière en passant par des zones humides et des secteurs urbanisés). Espèce forestière, elle a une préférence pour les massifs à essences caduques assez ouverts et recherche la proximité des milieux humides. Les femelles chassent essentiellement à moins d'une dizaine de kilomètres du gîte, l'envol se fait dès le coucher du soleil. Durant sa chasse, la Noctule de Leisler peut voler à des hauteurs de vol de plus de 100 mètres, notamment au-dessus de la canopée. Ses proies sont de petite et de moyenne taille : Diptères, Lépidoptères, Coléoptères, Hémérobiidés, Chrysopidés et aussi Ephéméroptères, Trichoptères ou Chironomes (Arthur & Lemaire, 2009). Durant la migration et les phases de transit, il est probable que les hauteurs de vols soient également assez élevées (de l'ordre de 100 mètres). Pour l'hibernation, l'espèce n'est pas cavernicole, elle occupe essentiellement des cavités arboricoles parfois mixtes avec la Noctule commune. En France, les gîtes de mise-bas sont rares mais on en découvre chaque année du Nord de la France à la Corse. Les nurseries en cavité arboricole comptent habituellement de 20 à 40 femelles, parfois 100, et peuvent atteindre 150 dans les bâtiments. Les naissances s'échelonnent de mi-juin à début juillet, les jumeaux ne sont pas rares. Les jeunes sont presque tous volants début août. A la fin de l'été, le retour des femelles revenant de l'Est de l'Europe sonne le début des parades, les mâles vont former des harems regroupant jusqu'à dix femelles et s'accoupler.

L'essentiel des effectifs migrants sont des femelles qui doivent relier les secteurs d'hibernation du Sud-Ouest de l'Europe pour remonter vers les sites de mise bas au Nord-Est, même si des colonies de mise bas sont récemment découvertes en Europe de l'Ouest. La migration de printemps semble se dérouler durant le mois d'avril. Les retours dans le sud de l'Europe interviennent à partir de début août et peuvent être effectifs jusqu'au mois d'octobre. Elle accomplit de très longs déplacements (pouvant atteindre 1567 km entre le Nord de l'Allemagne et l'Espagne). Son espérance de vie moyenne est estimée à 2,7 ans, la plus vieille Noctule de Leisler connue a atteint l'âge de onze ans.

Les émissions sonores de la Noctule de Leisler sont comprises entre 21 et 26 kHz.

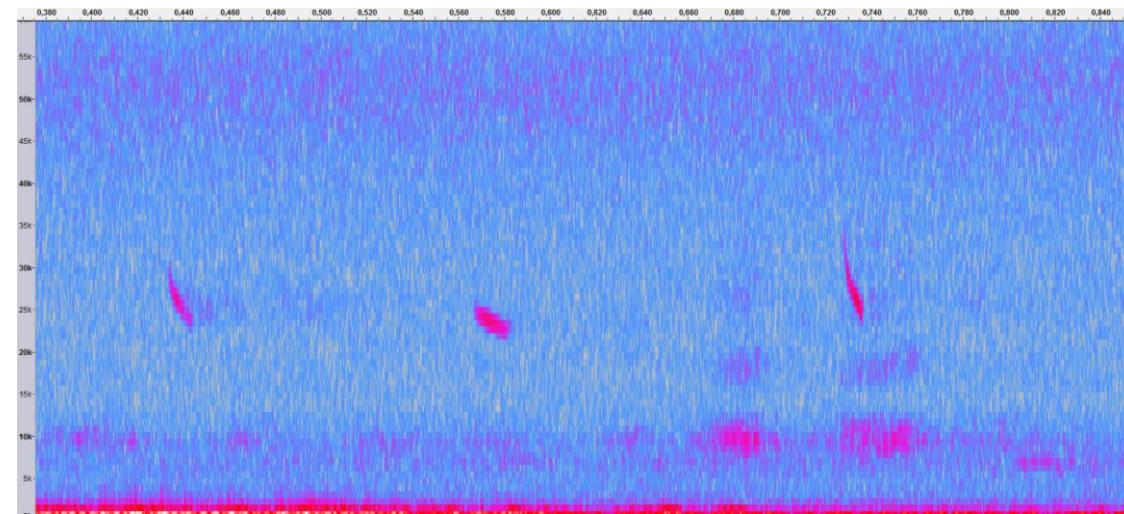


Figure 36 : Sonogramme de cris émis par une Noctule de Leisler

La Noctule de Leisler est la 4^{ème} espèce la plus touchée par l'impact éolien en Europe : 753 cas de mortalité ont été attribués de manière certaine, dont 186 en France (Dürr, 2022). Sa technique de chasse en hauteur et ses grands déplacements à des altitudes à risque expliquent sa sensibilité. **Sa note de risque est très élevée (3,5/4,5).**

7.4.2.6 Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)

La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexes II des conventions de Berne et de Bonn et annexe I de l'accord EUROBATS) et classée comme « Quasi-menacée » sur la Liste rouge UICN France métropolitaine.

La Sérotine commune est une grande espèce de chauve-souris très répandue en France. Espèce de plaine, elle est campagnarde ou urbaine, avec une nette préférence pour les milieux mixtes (pâtures, haies, lisières forestières, milieux urbains, plans d'eau et cours d'eau...). Une végétation clairsemée avec des feuillus semble être recherchée. Elle ne s'aventure guère en milieu fermé. En forêt, elle suit les chemins forestiers et les coupe-feux. Son territoire de chasse est souvent situé à moins de 5 km de son gîte. Très sédentaire, la distance entre ses gîtes d'hiver et d'été est souvent inférieure à 50km. Elle gîte en hiver dans des greniers, des églises, entre l'isolation et les toitures... Elle hiberne de novembre à fin mars et ne quittera pas son gîte si la température baisse et risque de mourir si celle-ci s'effondre (Beucher, 2020). En été, elle s'installe dans des bâtiments très chauds, au sein de combles. Espèce lucifuge, elle ne tolère pas l'éclairage des accès à son gîte.



Figure 37 : Sérotine commune.
CC0 domaine public.

La Sérotine commune chasse les insectes en vol du sol jusqu'à la canopée, le long des structures arborées ou au-dessus de lampadaires. Elle chasse le plus souvent à hauteur de végétation, survolant les vergers, les prairies, les pelouses, les plans d'eau ou les éclairages publics. La taille moyenne de son domaine vital est d'environ 15 km². Opportuniste, elle se nourrit de nombreux insectes, Coléoptères, Lépidoptères, Trichoptères, Diptères et Hyménoptères, qu'elle capture en vol. Crépusculaire à nocturne, elle se met généralement en chasse quinze minutes après le coucher de soleil et durant 1 à 2,5 heures. Elle chasse en petite escadrille ou en solitaire (Arthur & Lemaire, 2009).

Les mâles sont solitaires tandis que les femelles vont se regrouper pour la mise-bas en colonies de 10 à 50 individus. La femelle donne naissance à un jeune, courant juin, qui tentera ses premiers vols à environ vingt jours et quittera pour la première fois son lieu de naissance entre 4 et 5 semaines. Très fidèle à son gîte, la femelle y reviendra tant qu'il reste accessible. La plus vieille Sérotine commune a atteint l'âge de 24 ans.

Elle émet des ultrasons dans une fréquence modulaire aplanie comprise entre 20 et 26 kHz.

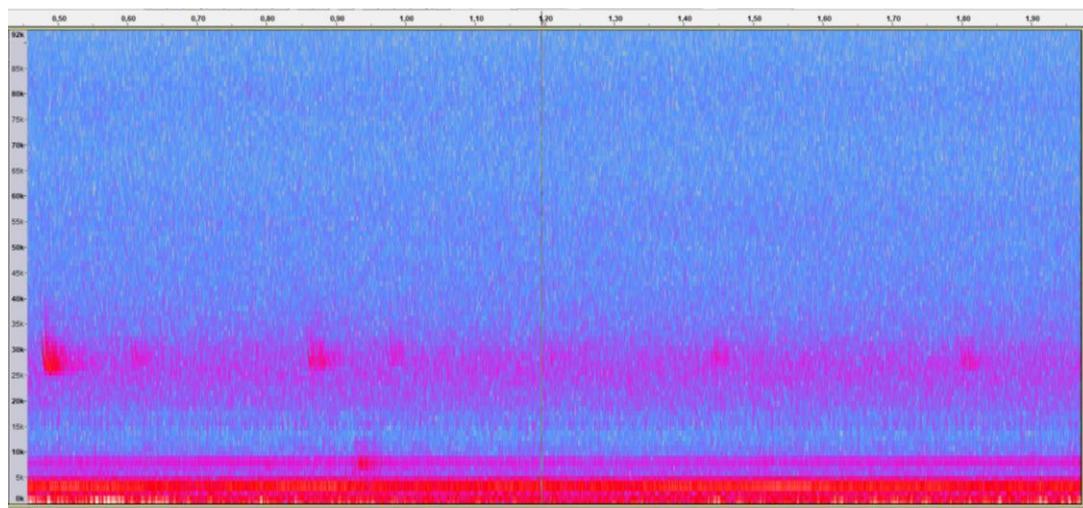


Figure 38 : Sonogramme de cris émis par une Sérotine commune

C'est la 10^{ème} espèce la plus impactée par l'éolien en Europe : 130 cas ont été attribués de manière certaine à la Sérotine commune, dont 38 en France (Dürr, 2022). Les éoliennes situées à proximité de lisières et dont le champ de rotation des pales passe proche des structures de végétation (canopée, lisières...) sont les plus dangereuses. Sa note de risque est élevée (3/4,5).

7.4.3 Mortalité directe

La mortalité directe, qu'elle soit produite par barotraumatisme ou collision, génère une mortalité qui est de mieux en mieux documentée. Il apparaît que toutes les espèces ne sont pas impactées de la même manière par ce phénomène. Le comportement et l'écologie des animaux influencerait fortement leur sensibilité à l'éolien. Ainsi, les chauves-souris chassant en plein ciel (espèces de haut vol) ou réalisant des migrations, seraient beaucoup plus impactées que les espèces sédentaires glanant leur nourriture au sol ou dans la canopée (Roemer et al., 2017).

Espèces	A	BE	CH	CR	CZ	D	DK	ES	EST	FI	FR	GR	IT	LV	NL	N	PT	PL	RO	S	UK	Total
<i>Nyctalus noctula</i>	46	1			31	1298		1			281	16					2	17	76	14	11	1794
<i>N. lasiopterus</i>								21			10	1										41
<i>N. leisleri</i>			1	4	3	203		15			267	72	2				273	5	10			855
<i>Nyctalus spec.</i>						2		2			10											31
<i>Eptesicus serotinus</i>	1				11	73		2			79	1			2			3	1			173
<i>E. isabellinus</i>								117												3		120
<i>E. serotinus / isabellinus</i>								98											17			115
<i>E. nilssonii</i>	1				1	7			2	6				13		1		1	1	13		46
<i>Vesperotilio murinus</i>	2	1		17	6	156					11	3	1				9	15	2			223
<i>Vesperotilio spec.</i>												1										1
<i>Myotis myotis</i>						2		2			5											9
<i>M. blythii</i>								6			1											7
<i>M. dasycneme</i>						3																3
<i>M. daubentonii</i>						8					3								2			13
<i>M. bechsteinii</i>											2											2
<i>M. nattereri</i>						2					3									1	6	
<i>M. emarginatus</i>								1			4	1								1		7
<i>M. brandtii</i>						2																2
<i>M. mystacinus</i>						3					4	1										8
<i>Myotis spec.</i>						2		3			2								4			11
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	30	6	5	17	820		211			2133	21	1	16		323	5	6	1	46		3643
<i>P. nathusii</i>	13	6	6	17	7	1162	2				441	77	1	23	11		16	90	5	1		1878
<i>P. pygmaeus</i>	4			1	2	197					207	9	1			42	1	5	18	52		539
<i>P. pipistrellus / pygmaeus</i>	1		2			3		271			40	51				38	1	2				409
<i>P. kuhlii</i>					144			44			440	7				51		10				696
<i>Pipistrellus spec.</i>	8	2		102	9	106		25			471	25	2			128	2	48		12		940
<i>Hypsugo savii</i>	1			137		1		50			59	35	12			56		2				353
<i>Barbastella barbastellus</i>						1		1			6											8
<i>Plecotus austriacus</i>	1					8					7											16
<i>P. auritus</i>						7					1									1	9	
<i>Plecotus spec.</i>											2											2
<i>Tadarida teniotis</i>			7					36			3	4					39					89
<i>Miniopterus schreibersi</i>								2			8							4				14
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>								1			1											2
<i>R. mehelyi</i>								1														1
<i>Rhinolophus spec.</i>								1														1
<i>Chiroptera spec.</i>	1	11		60	1	80		320	1		503	10	1			120	3	15	30	9		1165
Total	81	51	15	494	88	4146	2	1231	3	6	5004	335	17	40	29	1	1125	63	285	83	133	13232

Tableau 42 : Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2025)

En Europe, le Tableau 42 compilé par Tobias Dürr permet de constater le nombre de cas de mortalité, relevé par espèce et par pays. En croisant ces données avec la sensibilité des espèces, il est possible de définir la vulnérabilité de chaque espèce à l'éolien (Tableau 43).

Vulnérabilité élevée	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible
Noctules spp.	Sérotines spp.	Murins spp.
Pipistrelles spp.	Barbastelle d'Europe	Oreillardes spp.
Vespertilion bicolore		Rhinolophes spp.
Vespère de Savi		
Minioptère de Schreibers		
Molosse de Cestoni		

Tableau 43 : Vulnérabilité à l'éolien par espèce (Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016)

7.4.4 Mortalité indirecte

La mortalité directe n'est pas le seul facteur affectant les chauves-souris, celles-ci peuvent également être victime de perte d'habitat ou du dérangement résultant de l'implantation et du fonctionnement d'un parc éolien. Les effets indirects de l'aménagement et du fonctionnement des parcs éoliens peuvent induire un impact supplémentaire sur les populations de chauves-souris (individus, habitats et proies), qu'elles soient résidentes ou migratrices.

Ces perturbations peuvent être de plusieurs natures :

- Dérangement ou barrière sur les voies de migration et les voies de transit locales,
- Dégradations, dérangement ou destruction des habitats de chasse,
- Dégradations, dérangement ou destruction des gîtes (plus probable pour des éoliennes en milieu forestier ou près de bâtiments),
- Désorientation des chauves-souris en vol par les ultrasons émis par les éoliennes.

L'activité des chiroptères serait plus faible au niveau des parcelles où une éolienne y était implantée qu'au niveau des sites témoins (Millon *et al.*, 2015, 2018). Cette observation rejoint les observations faites sur l'activité des chauves-souris en France qui ont montré qu'après installation d'un parc éolien, l'activité des chauves-souris (toutes espèces confondues) est décroissante le long des haies dans un rayon de 1 km autour des éoliennes (Barré, 2018). Les Pipistrelles communes (*Pipistrellus pipistrellus*) et les Pipistrelles pygmées (*Pipistrellus pygmaeus*) présenteraient une activité plus faible à moins de 100 mètres des éoliennes (Minderman *et al.*, 2017).

Les espèces du genre *Myotis* utilisent beaucoup les milieux forestiers pour se déplacer et chercher de la nourriture, elles sont donc les plus impactées par l'effet barrière que représente un parc éolien, contrairement aux espèces qui utilisent les milieux ouverts pour se déplacer comme la Pipistrelle de Nathusius (Gaultier *et al.*, 2020).

7.5 Détail du calcul de la note de risque (vulnérabilité) des espèces de chiroptères recensées sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024

Espèce		Nombre de cas de mortalité de l'espèce recensés en Europe	Proportion sur la mortalité totale toutes espèces confondues	Note de sensibilité	Statut de conservation en France	Note de risque = vulnérabilité
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	1794	13,56%	4	VU	4
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	3643	27,53%	4	NT	3,5
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	1878	14,19%	4	NT	3,5
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	855	6,46%	4	NT	3,5
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	696	5,26%	4	LC	3
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	173	1,31%	3	NT	3
Oreillard indéterminé	<i>Plecotus spec.</i>	2	0,02%	1	-	-
Chiroptère non identifié	<i>Chiroptera spec.</i>	1165	8,80%	4	-	-
Murin indéterminé	<i>Myotis spec.</i>	11	0,08%	1	-	-

Tableau 44 : Détail du calcul de la note de risque des chiroptères observés sur le parc éolien de Saint-Congard en 2024

7.6 Bibliographie

- ADEME. (1999). Guide du porteur de projet de parc éolien. (ADEME Edition).
- Albouy, S., Clément, D., Jonard, A., Massé, P., Pagès, J.-M., & Nea, P. (1997). Suivi ornithologique du parc éolien de Port-la-Nouvelle : Rapport final. (p. 67). Abiès, Géokos consultants, LPO Aude.
- Albouy, S., Dubois, Y., & Picq, H. (2001). Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute (Aude)—Résultats 2006-2009 (p. 76). LPO Aube et Abies. <http://aude.eolienne.free.fr/fichiers/SuiviOrnitho.pdf>
- Alcalde, J. T. (2003). Impacto de los parques eólicos Sobre las poblaciones de murciélagos. Temas, 3-6.
- Allouche, L., AVES environnement, & Groupe Chiroptères de Provence. (2010). Etude de la mortalité des chiroptères. Parc éolien du Mas de Leuze, Saint-Martin-de-Crau (13). (p. 1-31). Energie du Delta.
- Anderson, R. L., Strickland, D., Tom, J., Neumann, N., Erickson, W., Cleckler, J., Mayorga, G., Nuhn, G., Leuders, A., Schneider, J., Backus, L., Becker, P., & Flagg, N. (2001). Avian monitoring and risk assessment at Tehachapi Pass and San Gorgonio Pass wind resource areas, California : Phase 1 Preliminary Results. 16.
- Arnett, E. B., Erickson, W. P., Horn, J. W., & Kerns, J. (2005). Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia : An Assessment of Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines. 187.
- Arthur, L., & Lemaire, M. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. (Publications scientifiques du muséum). Biotope édition.
- Aschwanden, J., Birrer, S., & Jenni, L. (2005). Are ecological compensation areas attractive hunting sites for common kestrels (*Falco tinnunculus*) and long-eared owls (*Asio otus*)? *Journal of Ornithology*, 146(3), 279-286. <https://doi.org/10.1007/s10336-005-0090-9>
- Aschwanden, J., Stark, H., Peter, D., Steuri, T., Schmid, B., & Liechti, F. (2018). Bird collisions at wind turbines in a mountainous area related to bird movement intensities measured by radar. *Biological Conservation*, 220, 228-236. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.01.005>
- Bach, L. (2001). Fledermäuse und Windenergienutzung—Reale Probleme oder Einbildung ? Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen, 33, 119-124.
- Bach, L., Brinckmann Robert, Limpens Herman, Rahmel Ulf, Reichenbach, M., & Roschen Axel. (1999). Bewertung und planerische umsetzung von fledermausdaten im rahmen der windkraftplanung. Bremer Beitraege für Naturkunde und Naturshutz, Themenheft « Voegel und Windkraft »(Band 4), 163-170.
- Baerwald, E. F., & Barclay, R. M. R. (2009). Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. *Journal of Mammalogy*, 90(6), 1341-1349. <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-104R.1>
- Baerwald, E. F., D'Amours, G. H., Klug, B. J., & Barclay, R. M. R. (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*, 18(16), R695-R696. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.06.029>
- Barré, K. (2018). Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats_ Implications for European siting guidance. *Biological Conservation*, 10.
- Barré, K., Froidevaux, J., Sotillo, A., Roemer, C., & Kerbiriou, C. (2023). Drivers of bat activity at wind turbines advocate for mitigating bat exposure using multicriteria algorithm-based curtailment. *Science of The Total Environment*, 866.
- Barrios, L., & Rodríguez, A. (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines : Bird mortality at wind power plants. *Journal of Applied Ecology*, 41(1), 72-81. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2004.00876.x>
- Bastos, R., Santos, M., & Cabral, J. A. (2013). A new stochastic dynamic tool to improve the accuracy of mortality estimates for bats killed at wind farms. *Ecological Indicators*, 34, 428-440. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.06.003>
- Bennett, V. J., & Hale, A. M. (2014). Red aviation lights on wind turbines do not increase bat-turbine collisions : Bats are not attracted to aviation lighting. *Animal Conservation*, 17(4), 354-358. <https://doi.org/10.1111/acv.12102>
- Bennett, V. J., Hale, A. M., & Williams, D. A. (2017). When the excrement hits the fan : Fecal surveys reveal species-specific bat activity at wind turbines. *Mammalian Biology*, 87, 125-129. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2017.08.003>
- Beucher, Y. (2020). Maîtrise des impacts éoliens sur les chauves-souris : Actions et stratégie du Groupe Technique éolien de la SFEPM. 7.
- Beucher, Y., Kelm, V., Geyelin, M., & Pick, D. (2011). Réduction significative de la mortalité des chauves-souris liée aux éoliennes—Poster [Image].
- Beucher, Y., Langlois, A., Albespy, F., & Mounetou, R. (2017). Les pics d'activité des chauves-souris en plein ciel : Vers une nouvelle perception de la typologie des risques d'impacts éoliens. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20519.80803>
- Brinkmann, R., Schauer-Weissahn, H., & Bontadina, F. (2006). Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg (Projekt 0410 L; p. 66). Regierungspräsidium Freiburg.
- Cabrera-Cruz, S. A., & Villegas-Patraca, R. (2016). Response of migrating raptors to an increasing number of wind farms. *Journal of Applied Ecology*, 53(6). <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12673>
- Cade, T. J. (1994). Industry Research : Kenetech Windpower. *Wind Power*, 156.
- Cieślak et Dul. (2006). Feather identification for bird conservation (Natura publishing house).
- Cordeiro, A., Bernardino, J., Costa, H., & Mascarenhas, M. (2012, novembre 27). Long term survey of wind farms impacts on Common Kestrel's populations and definition of an appropriate mitigation plan. Wind Wildlife Research Meeting IX, Denver, Colorado, USA.
- Cornut, J., & Vincent, S. (2010). Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes (p. 43). LPO Drôme.
- Cortés-Avizanda, A., Carrete, M., & Donázar, J. A. (2010). Managing supplementary feeding for avian scavengers : Guidelines for optimal design using ecological criteria. *Biological Conservation*, 143(7), 1707-1715. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.04.016>
- Cryan, P. M. (2008). Mating Behavior as a Possible Cause of Bat Fatalities at Wind Turbines. 72 (3), 845–849.
- Cryan, P. M., & Barclay, R. M. R. (2009). Causes of bat fatalities at wind turbines : Hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*, 90(6), 1330-1340. <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-076R1.1>
- Curry, R. C., & Kerlinger, P. (1998). Avian Mitigation Plan : Kenetech Model Wind Turbines, Altamont Pass WRA, California. 214.
- de Lucas, M., Janss, G. F. E., Whitfield, D. P., & Ferrer, M. (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology*, 45(6), 1695-1703. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01549.x>
- Desholm, M., & Kahlert, J. (2005). Avian collision risk at an offshore wind farm. *Biology Letters*, 1(3), 296-298. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2005.0336>
- Dietz, C., von Helversen, O., & Nill, D. (2009). L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du nord Biologie, Caractéristiques, Protection . (Delachaux et Niestlé).
- Dirksen, S., Spaans, A. L., & Van der Winden, J. (2000). Studies on Nocturnal Flight Paths and Altitudes of Waterbirds in Relation to Wind Turbines : A Review of Current Research in The Netherlands. In : PNAWPPM III, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California, June 2000 : 97-109.
- Dooling, R., & Lohr, B. (2000, mai). The role of hearing in avian avoidance of wind turbines. National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Carmel, California.
- DREAL. (2015). Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres. Ministère de l'Écologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer.
- DREAL. (2018). Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres. Ministère de l'Écologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer.
- Dubourg-Savage, M. (2004). Impacts des éoliennes sur les Chiroptères, de l'hypothèse à la réalité. Arvicola, XVI(2).
- Dulac, P. (2008). Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris Bilan des 5 années de suivi (p. 106). Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire.
- Dürr, T. (2002). Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen in Deutschland. *Nyctalus*, 8(2), 115-118.
- Dürr, T. (2020, novembre). Synthèse des bilans de suivi de la mortalité sous les éoliennes d'Europe, bilan de novembre 2020.

- Dürr, T. (2025). Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel und Fledermäuse | Startseite | LfU. <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>
- Erickson, W. P., Johnson, G. D., & Young, D. P. J. (2005). A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep., PSW-GTR-191, 14.
- Foo, C. F., Bennett, V. J., Hale, A. M., Korstian, J. M., Schildt, A. J., & Williams, D. A. (2017). Increasing evidence that bats actively forage at wind turbines. PeerJ, 5, e3985. <https://doi.org/10.7717/peerj.3985>
- Garvin, J. C., Jennelle, C. S., Drake, D., & Grodsky, S. M. (2011). Response of raptors to a windfarm : Raptor behaviour within a windfarm. Journal of Applied Ecology, 48(1), 199-209. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01912.x>
- Gaultier, S. P., Blomberg, A. S., Ijäs, A., Vasko, V., Vesterinen, E. J., Brommer, J. E., & Lilley, T. M. (2020). Bats and Wind Farms : The Role and Importance of the Baltic Sea Countries in the European Context of Power Transition and Biodiversity Conservation. Environmental Science & Technology, 54(17), 10385-10398. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c00070>
- Gaultier, S. P., Marx, G., & Roux, D. (2019). Éoliennes et biodiversité Synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer (p. 120). LPO et Office national de la chasse et de la faune sauvage. https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf
- Gensbol, B. (2004). Guide des rapaces diurnes d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient (Delachaux et Niestlé). Editions Delachaux et Niestlé.
- Groupe Chiroptères de la SFEPM. (2016). Suivis des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de chiroptères—Actualisation 2016 des recommandations de la SFEPM. (Version 2; p. 17). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères (SFEPM).
- Grünkorn, T., Diederichs, A., Poszig, D., Diederichs, B., & Nehls, G. (2009). Wie viele Vogel kollidieren mit Windenergieanlagen? Natur und Landschaft, 84(7), 309-314.
- Guyonne, J., & Clave, A. T. (2000, in press). A study of bird behavior in a wind farm and adjacent areas in Tarifa (Spain); management considerations. National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California.
- Hall, L. S., & Richards, G. C. (1972). Notes on *Tadarida australis* (Chiroptera : Molossidae). 46-47.
- Haquart, A. (2013). Actichiro, référentiel d'activité des chiroptères. Eléments pour l'interprétation des dénombrements de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française. École Pratique des Hautes Études.
- Heitz, C., & Jung, L. (2016). Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : Enjeux et solutions (Etude bibliographique) (p. 149). Ecospère.
- Hernández-Pliego, J., de Lucas, M., Muñoz, A.-R., & Ferrer, M. (2015). Effects of wind farms on Montagu's harrier (*Circus pygargus*) in Southern Spain. Biological Conservation, 191, 452-458. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.07.040>
- Hill, R., Hill, K., Aumüller, R., Schulz, A., Dittmann, T., Kulemeyer, C., & Coppack, T. (2014). Of birds, blades and barriers : Detecting and analyzing mass migration events at alpha ventus (Springer Fachmedien, p. 111-131) [Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus]. Federal Maritime and Hydrographic Agency, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.
- Horn, J. W., Arnett, E. B., & Kunz, T. H. (2008). Behavioral responses of bats to operating wind turbines. Journal of Wildlife Management, 72(1), 123-132. <https://doi.org/10.2193/2006-465>
- 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.
- Huso, M. M. P. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22(3), 318-329. <https://doi.org/10.1002/env.1052>
- Itty, C., & Duriez, O. (2017). Le suivi par GPS, une méthode efficace pour évaluer l'impact des parcs éoliens sur des espèces à fort enjeux de conservation : L'exemple de l'aigle royal (*Aquila chrysaetos*) dans le sud du massif central. 42-48.
- James, R. D., & Coady, G. (2004). Bird monitoring at Toronto's exhibition place wind turbine. Ontario Birds, 22(2), 78-88.
- Janss, G. F. E. (1998). Bird Behavior In and Near a Wind Farm at Tarifa, Spain : Management Considerations. 214.
- Johnson, G. D., Erickson, W. P., Dale Strickland, M., Shepherd, M. F., Shepherd, D. A., & Sarappo, S. A. (2003). Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. The American Midland Naturalist, 150(2), 332-342. [https://doi.org/10.1674/0003-0031\(2003\)150\[0332:MOBAAL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1674/0003-0031(2003)150[0332:MOBAAL]2.0.CO;2)
- Johnston, N. N., Bradley, J. E., & Otter, K. A. (2014). Increased flight altitudes among migrating Golden Eagles suggest turbine avoidance at a rocky mountain wind installation. PLoS ONE, 9(3), e93030. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093030>
- Joiris, E. (2012, mars 24). High altitude bat monitoring [Preliminary results Hainaut & Ardennes]. CSD Ingénieurs.
- Jones, G., Cooper-Bohannon, R., Barlow, K., & Parsons, K. (2009). Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain [Scoping and method development report]. University of Bristol, Bat Conservation Trust.
- Katzner, T. E., Brandes, D., Miller, T., Lanzone, M., Maisonneuve, C., Tremblay, J. A., Mulvihill, R., & Merovich, G. T. (2012). Topography drives migratory flight altitude of golden eagles : Implications for on-shore wind energy development. Journal of Applied Ecology, 49(5), 1178-1186. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02185.x>
- Kerlinger, P., Gehring, J. L., Erickson, W. P., Curry, R., Jain, A., & Guarnaccia, J. (2010). Night migrant fatalities and obstruction lighting at wind turbines in North America. The Wilson Journal of Ornithology, 122(4), 744-754. <https://doi.org/10.1676/06-075.1>
- Kingsley, A., & Whittam, B. (2001). Potential impacts of wind turbines on birds at North Cape, Prince Edward Island (p. 33). Bird Studies Canada, Atlantic Region.
- Kitano, M., & Shiraki, S. (2013). Estimation of bird fatalities at wind farms with complex topography and vegetation in Hokkaido, Japan. 37, 41-48.
- Kreuziger, J. (2008). Kulissenwirkung und Vögel. Methodische Rahmenbedingungen für die Auswirkungsanalyse in der FFH-VP. Vilmer Expertentagung.
- Kunz, T. H., Arnett, E. B., Erickson, W. P., Hoar, A. R., Johnson, G. D., Larkin, R. P., Strickland, M. D., Thresher, R. W., & Tuttle, M. D. (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats : Questions, research needs, and hypotheses. Frontiers in Ecology and the Environment, 5(6), 315-324. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[315:EIOWED\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[315:EIOWED]2.0.CO;2)
- Kurvits, T., United Nations Environment Programme, GRID--Arendal, & Secretariat, C. on M. S. (2011). Living planet, connected planet : Preventing the end of the world's wildlife migrations through ecological networks : a rapid response assessment. UNEP, GRID-Arendal.
- Lagrange, H., Roussel, E., Anne-Lise Ughetto, Boulnois, R., Haquart, A., & Melki, F. (2009). Chirotech Bilan des tests d'asservissement sur le parc de Bouin—2009. Ecosphère. <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.10316.21129>
- Langston, R., & Pullan, J. (2003). Windfarms and birds : An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. 23rd Meeting, 58.
- Larsen, J. K., & Madsen, J. (2000). Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (*Anser brachyrhynchus*) : A landscape perspective. Landscape Ecology, 15(8), 755-764. <https://doi.org/10.1023/A:1008127702944>
- Leddy, K. L., Higgins, K. F., & Naugle, D. E. (1999). Effects of wind turbines on upland nesting birds in conservation reserve program grasslands. Wilson Bulletin, 111(1), 100-104.
- Lekuona, J. M. (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 (p. 155). Dirección General de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra.
- Lekuona, J. M., & Ursua, C. (2006). Avian mortality in wind plants of Navarra (northern Spain). In : De Lucas M., Janss G. & Ferrer M. (eds). Birds and Wind Power. (lynx Edicions).
- Loesch, C. R., Walker, J. A., Reynolds, R. E., Gleason, J. S., Niemuth, N. D., Stephens, S. E., & Erickson, M. A. (2013). Effect of wind energy development on breeding duck densities in the Prairie Pothole Region : Wind Energy and Breeding Ducks. The Journal of Wildlife Management, 77(3), 587-598. <https://doi.org/10.1002/jwmg.481>

- Long, C. V., Flint, J. A., & Lepper, P. A. (2011). Insect attraction to wind turbines : Does colour play a role? *European Journal of Wildlife Research*, 57(2), 323-331. <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0432-7>
- Loss, S. R., Will, T., & Marra, P. P. (2015). Direct mortality of birds from anthropogenic causes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 46(1), 99-120. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054133>
- LPO Drôme. (2010). Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes.
- Lucéole. (2012, janvier 14). Coexistence Milan royal et parc éolien pour une compréhension ouverte d'un problème complexe. Séminaire Citoyen Lucéole, Tintigny. www.luceole.be/coexistencemilan.pdf
- Marques, A. T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Pereira, M. J. R., Fonseca, C., Mascarenhas, M., & Bernardino, J. (2014). Understanding bird collisions at wind farms : An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation*, 179, 40-52. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.08.017>
- Marques, A. T., Santos, C. D., Hanssen, F., Muñoz, A., Onrubia, A., Wikelski, M., Moreira, F., Palmeirim, J. M., & Silva, J. P. (2020). Wind turbines cause functional habitat loss for migratory soaring birds. *Journal of Animal Ecology*, 89(1), 93-103. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12961>
- Martin, G. R., & Banks, A. N. (2023). Marine birds : Vision-based wind turbine collision mitigation. *Global Ecology and Conservation*, 42, e02386. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02386>
- Marx, G. (2017). Le parc éolien français et ses impacts sur l'aviafuna. Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 (LN 1216-54). LPO France.
- May, R., Nygård, T., Falkdalen, U., Åström, J., Hamre, Ø., & Stokke, B. G. (2020). Paint it black : Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. *Ecology and Evolution*, 10(16), 8927-8935. <https://doi.org/10.1002/ece3.6592>
- Millon, L., Colin, C., Brescia, F., & Kerbiriou, C. (2018). Wind turbines impact bat activity, leading to high losses of habitat use in a biodiversity hotspot. *Ecological Engineering*, 112, 51-54. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.12.024>
- Millon, L., Julien, J.-F., Julliard, R., & Kerbiriou, C. (2015). Bat activity in intensively farmed landscapes with wind turbines and offset measures. *Ecological Engineering*, 75, 250-257. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.11.050>
- Minderman, J., Gillis, M. H., Daly, H. F., & Park, K. J. (2017). Landscape-scale effects of single- and multiple small wind turbines on bat activity. *Animal Conservation*, 20(5), 455-462. <https://doi.org/10.1111/acv.12331>
- Moriguchi, S., Mukai, H., Komachi, R., & Sekijima, T. (2019). Wind farm effects on migratory flight of Swans and foraging distribution at their stopover site. In R. Bispo, J. Bernardino, H. Coelho, & J. Lino Costa (Éds.), *Wind Energy and Wildlife Impacts* (p. 125-133). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05520-2_8
- Morinha, F., Travassos, P., Seixas, F., Martins, A., Bastos, R., Carvalho, D., Magalhães, P., Santos, M., Bastos, E., & Cabral, J. A. (2014). Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal. *Bird Study*, 61(2), 255-259. <https://doi.org/10.1080/00063657.2014.883357>
- Osborn, R. G., Dieter, C. D., Higgins, K. F., & Usgaard, R. E. (1998). Bird flight characteristics near wind turbines in Minnesota. *The American Midland Naturalist*, 139(1), 29-38. [https://doi.org/10.1674/0003-0031\(1998\)139\[0029:BFCNWT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1674/0003-0031(1998)139[0029:BFCNWT]2.0.CO;2)
- Osborn, R. G., Higgins, K. F., Dieter, C. D., & Usgaard, R. E. (1996). Bat collisions with wind turbines in southwestern Minnesota. 37(4), 105-108.
- Pagel, J. E., Kritz, K. J., Millsap, B. A., Murphy, R. K., Kershner, E. L., & Covington, S. (2013). Bald Eagle and Golden Eagle mortalities at wind energy facilities in the contiguous United States. *Journal of Raptor Research*, 47(3), 311-315. <https://doi.org/10.3356/JRR-12-00019.1>
- Paula, A., Santos, J., Cordeiro, A., Mascarenhas, M., & Reis, C. (2011, mai 2). Habitat management for prey recovery – an off-site mitigation tool for wind farms' impacts on top avian predators. Conference on Wind energy and Wildlife Impacts, Trondheim, Norway.
- Pearce-Higgins, J. W., Stephen, L., Douse, A., & Langston, R. H. W. (2012). Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation : Results of a multi-site and multi-species analysis. *Journal of Applied Ecology*, 49(2), 386-394. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02110.x>
- Pedersen, M. B., & Poulsen, E. (1991). Avian Response to the Implementation of the Tjaereborg Wind Turbine at the Danish Wadden Sea. *Studies on Danish Fauna Report 47*. Denmark Institute of Ecological Studies.
- Percival, S. M. (1998). Birds and wind turbines—Managing potential planning issues. 345-350.
- Percival, S. M. (2001). Assessment of the effects of offshore wind farms on birds (DTI/Pub URN 01/1434; p. 96).
- Perret, M. (2017). Eolien et biodiversité : Prise en compte des enjeux relatifs à la biodiversité dans le cadre réglementaire français. 6.
- Puzen, S. C. (2002). Bat interactions with wind turbines in northeastern Wisconsin. Wisconsin Public Service Corporation, Green Bay, USA.
- Richardson, W. J. (1998). Bird migration and wind turbines : Migration timing, flight behavior, and collision risk. 214.
- Rico, P., & Lagrange, H. (2011). Chirotech Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Mas de Leuze (commune de Saint Martin de Crau-13)—2011. Biotope. <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.23108.83849>
- Rico, P., & Lagrange, H. (2015). Etude de l'impact des parcs éoliens sur l'activité et la mortalité des chiroptères par trajectographie acoustique, imagerie thermique et recherche de cadavres au sol—Contributions aux évaluations des incidences sur l'environnement. (p. 174). Sens Of Life, DGO3, SPW.
- Rico, P., Lagrange, H., Cosson, E., & Allouche, L. (2012). Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Mas de Leuze (commune de Saint Martin de Crau-13)—2012 (p. 67). Biotope.
- Riols-Loyrette, C. (2015). Impact de parcs éoliens sur un couple d'aigle royal Aquila chrysaetos dans les Corbières. *Ornithos*, 22(4), 196-207.
- 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. *Scientific Reports*, 6(1), 28961. <https://doi.org/10.1038/srep28961>
- Roemer, C., Disca, T., Coulon, A., & Bas, Y. (2017). Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. *Biological Conservation*, 215, 116-122. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.09.002>
- Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Green, M., Rodrigues, L., & Hedenstrom, A. (2010a). Bat mortality at wind turbines in Northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12(2), 261-274. <https://doi.org/10.3161/150811010X537846>
- Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Green, M., Rodrigues, L., & Hedenstrom, A. (2010b). Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *European Journal of Wildlife Research*, 56(6), 823-827. <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0444-3>
- Schaub, T., Klaassen, R., Zutter, C. D., & Millon, A. (2021). Analyse des comportements de vol par pistage GPS haute-résolution afin de réduire l'impact des parcs éoliens sur les populations de rapaces.
- Schuster, E., Bulling, L., & Köppel, J. (2015). Consolidating the state of knowledge : A synoptical review of wind energy's wildlife effects. *Environmental Management*, 56(2), 300-331. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0501-5>
- Seiche, K. (2007). Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. (Naturschutz und Landschaftspflege). Freistaat Sachsen, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie.
- Shaffer, J. A., & Buhl, D. A. (2016). Effects of wind-energy facilities on breeding grassland bird distributions : Wind-energy effects on grassland birds. *Conservation Biology*, 30(1), 59-71. <https://doi.org/10.1111/cobi.12569>
- Smallwood, K. S. (2013). Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects. *Wildlife Society Bulletin*, 37(1), 19-33. <https://doi.org/10.1002/wsb.260>
- Smith, J. A., & Dwyer, J. F. (2016). Avian interactions with renewable energy infrastructure : An update. *The Condor*, 118(2), 411-423. <https://doi.org/10.1650/CONDOR-15-61.1>
- Strickland, M. D., Johnson, G., Erickson, W. P., & Kronner, K. (2001). Avian studies at wind plants located at Buffalo Ridge, Minnesota and Vansycle Ridge, Oregon. 38-52.
- Svensson, L., Mullarney, K., & Zetterström, D. (2015). *Le Guide Ornitho (Delachaux et Niestlé)*.
- Thaxter, C. B., Buchanan, G. M., Carr, J., Butchart, S. H. M., Newbold, T., Green, R. E., Tobias, J. A., Foden, W. B., O'Brien, S., & Pearce-Higgins, J. W. (2017). Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1862), 20170829. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0829>
- Thelander, C. G., & Rugge, L. (2000). Examining relationships between bird risk behaviors and fatalities at the Altamont wind resource area : A second year's progress report. 5-14.
- Thomas, R. (2000). An Assessment of the Impact of Wind Turbines on Birds at Ten Windfarm Sites in the UK. 215-219.
- Vogelwarte. (2016). Energie eolienne et protection des oiseaux.

- Whitfield, D. P., & Madders, M. (2006). A review of the impacts of wind farms on Hen Harriers *Circus cyaneus* and an estimation of collision avoidance rates. Natural Research Ltd, 33.
- Winkelman, J. E. (1985). Vogelhinder door middelgrote windturbines—Over vlieggedrag, slachtoffers en verstoring [Bird impact by middle-sized wind turbines on flight behaviour, victims, and disturbance]. *Limosa*, 58, 117-121.
- Winkelman, J. E. (1992). De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1 : Aanvaringsslachtoffers. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 1 : Collision victims.] (RIN-rapport92/2; p. 144). DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek.

- Winkelman, J. E. (1994). BirdWind Turbine Investigations in Europe. Wind Power, 156.
- Zeiler, H. P., & Grünschachner-Berger, V. (2009). Impact of wind power plants on black grouse, *Lyrurus tetrix* in Alpine regions. *Folia Zoologica*, 58(2), 173-182.