



Innover

Etudier

Partager

62 Avenue de la Salamane
34800 CLERMONT-L'HERAULT
RCS Montpellier 809 520 588

SAS au capital variable de 6000€
N°SIRET 809 520 588 000 25

Rédaction :
[Sofiane Lemieuvre/Yann Michenaud](mailto:sofiane.lemieuvre@sensoflife.com)
Chargés d'études naturaliste
sofiane.lemieuvre@sensoflife.com
yann.michenaud@sensoflife.com

Technique :
[William Maffre](mailto:william.maffre@sensoflife.com)
Directeur R&D
william.maffre@sensoflife.com

Contrôle Qualité :
[Caroline Cosnard](mailto:caroline.cosnard@sensoflife.com)
Directrice d'études
caroline.cosnard@sensoflife.com

Suivi environnemental 2022-2023

Suivi de l'activité des chiroptères par TrackBat

Suivi de la mortalité au sol

Suivi de l'avifaune

Parc éolien du Gâtinais - 12 éoliennes

Loiret (45) et Seine-et-Marne (77)

Juin 2023





SOMMAIRE

I. Cadre général du parc	6
I.1. Contexte réglementaire applicable aux parcs éoliens	6
I.2. Caractéristiques du parc éolien de Gatinais	6
I.3. Photographies du parc étudié.....	9
II. Rappel des enjeux identifiés sur le site	10
II.1. Rappel des conclusions des suivis environnementaux post-implantation de 2016 à 2021	10
II.1.1. Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères	10
II.1.2. Suivi de la fréquentation de l'avifaune	11
II.1.3. Suivi de la fréquentation des chiroptères.....	11
II.2. Objectifs.....	12
III. Suivi de l'activité de l'avifaune	16
III.1. Méthodologie	16
III.1.1. Avifaune migratrice.....	16
III.1.2. Avifaune nicheuse.....	16
III.1.3. Base de données Sens Of Life	17
III.1.4. Limites.....	17
III.1.5. Consultations et autres données naturalistes	17
III.1.6. Dates et conditions de prospection	18
III.2. Résultats du suivi de l'avifaune en migration préruptuelle.....	20
III.2.1. Espèces recensées et effectifs	20
III.2.2. Hauteur des vols	20
III.3. Résultats du suivi de l'avifaune en migration postruptuelle	23
III.3.1. Espèces recensées et effectifs	23
III.3.2. Hauteurs de vol.....	23
III.4. Résultats du suivi de l'avifaune nicheuse.....	26
III.4.1. Contacts d'oiseaux nicheurs diurnes	26
III.4.2. Contacts d'oiseaux nicheurs nocturnes	26
III.4.3. Espèces patrimoniales recensées	27
III.4.4. Hauteur des vols	27
III.5. Synthèse des espèces recensées sur le parc éolien du Gâtinais	30
III.5.1. Patrimonialité de l'avifaune recensée en 2022	30
III.5.2. Calcul de la note de risque.....	31
III.5.3. Détail des espèces les plus vulnérables recensées sur le parc éolien du Gâtinais.....	32
IV. Suivi de la mortalité au sol	34
IV.1. Protocole	34
IV.2. Mortalité brute constatée au pied des éoliennes du parc du Gâtinais	36
IV.2.1. Analyse spatiale des mortalités sur le parc éolien du Gâtinais.....	37
IV.2.2. Analyse temporelle des mortalités sur le parc éolien du Gâtinais	38
IV.2.3. Analyse météorologique des mortalités sur le parc éolien du Gâtinais	41
IV.2.4. Analyse des mortalités sur le parc du Gâtinais en fonction du milieu.....	41
IV.3. Occupation du sol et surface prospectée	42
IV.4. Test de prédation	45
IV.5. Test du taux de détection	45
IV.6. Estimations de la mortalité réelle	46
IV.6.1. Mortalité estimée des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais.....	47
IV.6.2. Mortalité estimée des oiseaux sur le parc éolien du Gâtinais	47
IV.7. Vulnérabilité des espèces retrouvées sur le parc éolien du Gâtinais	48
IV.7.1. Calcul de la note de risque.....	48
IV.8. Comparaison de la mortalité entre 2021 et 2022	48
V. Suivi de l'activité des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais	50

V.1. Matériel et méthodes	50
V.1.1. Enregistrement acoustique.....	50
V.1.2. Méthode d'analyse des sons.....	50
V.2. Résultats des suivis d'activité chiroptérologique	53
V.2.1. Activité brute et corrigée par espèce.....	53
V.2.2. Activité des chiroptères en fonction de la date	56
V.2.3. Activité des chiroptères en fonction de l'heure	59
V.2.4. Activité des chiroptères en fonction la vitesse du vent	63
V.2.5. Activité des chiroptères en fonction de la température	65
V.2.6. Activité des chiroptères en fonction du vent et de la température combinés	67
V.2.7. Caractérisation du niveau d'activité par rapport au référentiel Sens Of Life	70
V.3. Zoom sur les espèces présentes sur le parc du Gâtinais et leur sensibilité	72
V.3.1. Patrimonialité des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais	72
V.3.2. Calcul de la note de risque	72
V.3.3. Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	73
V.3.4. Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	74
V.3.5. Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	75
V.3.6. Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>)	76
V.3.7. Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	77
V.3.8. Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>).....	78
VI. Discussion	80
V.1. Synthèse du suivi d'activité et de la mortalité aviaire	80
V.1.1. Avifaune nicheuse	80
V.1.2. Mortalité aviaire	80
V.2. Synthèse du suivi acoustique et de la mortalité des chiroptères	83
V.2.1. Synthèse du suivi acoustique des chiroptères	83
V.2.2. Synthèse de la mortalité des chiroptères	84
VII. Conclusion et préconisations pour la suite de l'exploitation du parc	85
VIII. Bibliographie	86
VIII. Annexes	89
VIII.1. Fiches d'identification des cadavres retrouvés sur le parc éolien de Gatinais en 2022	89
VIII.2. Fiche incidence de la Noctule commune retrouvée le 26/08/2022	95
VIII.3. Tableau 62 : Référentiel National d'activité chiroptérologique en altitude, Sens Of Life	97
VIII.4. Récapitulatif des données de mortalité des oiseaux, classées par espèce, en Europe (Dürr, 06/2022)	98
VIII.5. Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 06/2022)	101
VIII.6. Données avifaunistiques récoltées sur le parc éolien de Gatinais en 2022	102
VIII.7. Sensibilité des oiseaux à l'éolien	103
VIII.7.1. Collision	103
VIII.7.2. Perte d'habitat	105
VIII.7.3. Effet barrière	106
VIII.8. Sensibilité des chiroptères à l'éolien	106
VIII.8.1. Généralités	106
VIII.8.2. Mortalité directe	108
VIII.8.3. Mortalité indirecte	108

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Carte 1 : Approche scalaire du site d'implantation du parc éolien du Gâtinais (45 et 77).	8
<i>Carte 2 : Zones naturelles d'intérêt recensées dans un rayon de 20 kilomètres autour du parc éolien du Gâtinais, partie 1 (45 et 77).</i>	13
<i>Carte 3 : Zones naturelles d'intérêt recensées dans un rayon de 20 kilomètres autour du parc éolien du Gâtinais, partie 2 (45 et 77).</i>	14
Carte 4 : Espaces naturels remarquables recensés dans un rayon de 20 km autour du parc éolien du Gâtinais, partie 3 (45 et 77).....	15
<i>Carte 5 : Répartition des points d'écoute de l'avifaune nicheuse et des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais en 2022</i>	19
Carte 6 : Localisation des contacts de l'avifaune migratrice prénuptiale, au printemps 2023, sur le parc éolien du Gâtinais.....	22
Carte 7 : Localisation des contacts de l'avifaune migratrice postnuptiale, à l'automne 2022, sur le parc éolien du Gâtinais.....	25
Carte 8 : Localisation des principaux contacts de l'avifaune nicheuse, au printemps 2022, sur le parc éolien du Gâtinais.....	29
Carte 9 : Localisation des cadavres trouvés sous les éoliennes du parc éolien du Gâtinais en 2022, partie 1.....	39
<i>Carte 10 : Localisation des cadavres trouvés sous les éoliennes du parc éolien du Gâtinais en 2022, partie 2</i>	40
Carte 11 : Surfaces prospectables et types de culture, sous les éoliennes E2, E3, E4, E5 et E7 du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	43
Carte 12 : Surfaces prospectables et types de culture, sous les éoliennes E8, E9, E10, E11 et E12 du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	44
Carte 13 : Carte de répartition et de migration de la Pipistrelle de Nathusius.....	74
 Figure 1 : Photo du parc éolien du Gâtinais de la route D43	9
Figure 2 : Photo du parc éolien du Gâtinais de la route D43	9
Figure 3 : Balbuzard pêcheur (domaine public).	32
Figure 4 : Faucon crécerelle (Sens Of Life).	32
Figure 5 : Busard Saint-Martin (domaine public).	32
Figure 6 : Epervier d'Europe (Sens Of Life).....	32
Figure 7 : Buse variable (Sens Of Life).	32
Figure 8 : Effraie des clochers (domaine public).	32
Figure 9 : Hirondelle de fenêtre (domaine public).	32
Figure 10 : Pipit farlouse (domaine public).	32
Figure 11 : Chardonneret élégant (domaine public).	33
Figure 12 : Linotte mélodieuse (domaine public).	33
Figure 13 : Mouette rieuse (domaine public).....	33
Figure 14 : CEdicnème criard (Sens Of Life).	33
Figure 15 : Héron cendré (Sens Of Life).....	33
Figure 16 : Vanneau huppé (domaine public).....	33
Figure 17 : Représentation du transect de prospection réalisé pour la recherche de cadavres sous une éolienne.	34
Figure 18 : Comparaison de la dentition pour identification de la Noctule de Leisler.	36
Figure 19 : Cadavre de chauve-souris parmi 19 leurres utilisés pour tester le taux de détection.	45
Figure 20 : Exemple de fichier son collecté sur le système d'enregistrement TrackBat.....	50
Figure 21 : Microphone mobilisé pour les études en altitude (à gauche) et boîtier TrackBat avec microphones déportés, installé en nacelle d'une éolienne (à droite).	50
Figure 22 : Distance de détection des espèces de chauves-souris en fonction de leur fréquence d'émission	51
Figure 23 : Représentation des volumes de détection en fonction des groupes d'espèces.....	51
Figure 24 : Cycle biologique des chiroptères, LPO Touraine.....	52

Figure 25 : Pipistrelle commune. CC0 domaine public.	73
Figure 26 : Sonogramme de cris émis par une Pipistrelle commune.....	73
Figure 27 : Pipistrelle de Nathusius. CC0 domaine public.....	74
Figure 28 : Sonogramme des cris de Pipistrelle de Nathusius/Kuhl	74
Figure 29 : Pipistrelle de Kuhl, CC0 domaine public.....	75
Figure 30 : Noctule commune. CC0 domaine public.....	76
Figure 31 : Sonogramme de cris émis par une Noctule commune	76
Figure 32 : Noctule de Leisler. CC0 domaine public.....	77
Figure 33 : Sonogramme de cris émis par une Noctule de Leisler	77
Figure 34 : Sérotine commune. CC0 domaine public.....	78
Figure 35 : Sonogramme de cris émis par une Sérotine commune	78
Figure 36 : Illustration d'un perchoir à rapaces	85
Figure 37 : Eolienne avec une pale peinte en noire.....	105
Figure 38 : Aigle royal (CC0 domaine public).	105
Figure 39 : Stratégie de franchissement d'un parc éolien sur le littoral audois (source : LPO Aude, 2001).....	106
Figure 40 : Description du phénomène de barotraumatisme.	107
 Graphique 1 : Espèces rencontrées sur le parc éolien du Gâtinais, en migration prénuptiale en 2023.	20
Graphique 2 : Flux journalier de la migration prénuptiale du printemps 2023 sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais.	20
Graphique 3 : Hauteurs de vol pendant la migration prénuptiale du printemps 2023 sur le parc éolien du Gâtinais. H0 = repos, H1 = 0-45 m, H2 = 45-145 m, H3 = 145-250 m et H4 >250 m.....	21
Graphique 4 : Flux journalier des autres espèces rencontrées lors de la migration postnuptiale en 2022 sur le parc éolien du Gâtinais	23
Graphique 5 : Principales espèces rencontrées sur le parc éolien du Gâtinais, en migration postnuptiale en 2022.	23
Graphique 6 : Hauteurs de vol des espèces rencontrées lors la migration postnuptiale de 2022 sur le parc éolien du Gâtinais. H0 = repos, H1 = 0-45 m, H2 = 45-145 m, H3 = 145-250 m et H4 >250 m.....	24
Graphique 7 : Nombre d'oiseaux nicheurs rencontrés sur le parc éolien du Gâtinais, au printemps 2022.....	26
Graphique 8 : Répartition des collisions constatées sur le parc éolien du Gâtinais en 2022, en fonction de l'éolienne la plus proche.	37
Graphique 9 : Répartition de la position des cadavres en fonction de la distance au mât de l'éolienne la plus proche, sur le parc éolien du Gâtinais, en 2022.....	37
Graphique 10 : Répartition de la position des cadavres en fonction leur orientation par rapport au mât de l'éolienne la plus proche, sur le parc éolien du Gâtinais, en 2022.	37
Graphique 11 : Répartition des cadavres en fonction de la date sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.....	38
Graphique 12 : Conditions météorologiques caractérisant la mortalité sur le parc du Gâtinais en 2021.	41
Graphique 13 : Répartition des collisions en fonction de l'assolement, sur le parc du Gâtinais en 2022.....	41
Graphique 14 : Surface moyenne prospectée sous chaque éolienne du parc éolien du Gâtinais entre mai et octobre 2022.	42
Graphique 15 : Proportion (brute et corrigée) des espèces contactées en nacelle des éoliennes E2, E5, E8, E11 et sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	55
Graphique 16 : Activité des chiroptères en fonction de la date, sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.	56
Graphique 17 : Activité de chaque espèce de chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E2 du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	57
Graphique 18 : Activité de chaque espèce de chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E5 du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	57
Graphique 19 : Activité de chaque espèce de chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E8 du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	58
Graphique 20 : Activité de chaque espèce de chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E11 du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	59

Graphique 21 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure, enregistrée entre juin et octobre 2022, sur le parc éolien du Gâtinais.....	60
Graphique 22 : Activité des chiroptères en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée entre juin et octobre 2022, sur le parc éolien du Gâtinais.	60
Graphique 23 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure et en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée entre juin et octobre 2022, en nacelle de l'éolienne E2 du parc éolien du Gâtinais.....	61
Graphique 24 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure et en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée entre juin et octobre 2022, en nacelle de l'éolienne E5 du parc éolien du Gâtinais.....	61
Graphique 25 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure et en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée entre juin et octobre 2022, en nacelle de l'éolienne E8 du parc éolien du Gâtinais.....	62
Graphique 26 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure et en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée entre juin et octobre 2022, en nacelle de l'éolienne E11 du parc éolien du Gâtinais.....	62
Graphique 27 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent, enregistrée entre juin et octobre 2022 sur le parc éolien du Gâtinais.	63
Graphique 28 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent (m.s-1), en nacelle de l'éolienne E2 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	64
Graphique 29 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent (m.s-1), en nacelle de l'éolienne E5 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	64
Graphique 30 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent (m.s-1), en nacelle de l'éolienne E8 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	64
Graphique 31 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent (m.s-1), en nacelle de l'éolienne E11 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	64
Graphique 32 : Activité des chiroptères en fonction de la température, enregistrée entre juin et octobre 2022 sur le parc éolien du Gâtinais.	65
Graphique 33 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C), en nacelle de l'éolienne E2 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	66
Graphique 34 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C), en nacelle de l'éolienne E5 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	66
Graphique 35 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C), en nacelle de l'éolienne E8 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	66
Graphique 36 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C), en nacelle de l'éolienne E11 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	66
Graphique 37 : Répartition des cadavres d'oiseaux par espèce en fonction de l'éolienne en 2016, 2018, 2021 et 2022.....	80
Graphique 38 : Répartition des cadavres d'oiseaux par espèce en fonction du mois de la découverte en 2016, 2018, 2021 et 2022.....	80
Graphique 39 : Répartition des cadavres de chiroptères par espèce en fonction de l'éolienne en 2016, 2018, 2021 et 2022.....	84
Graphique 40 : Répartition des cadavres de chiroptères par espèce en fonction du mois de la découverte en 2016, 2018, 2021 et 2022.....	84
Graphique 41 : Principales espèces retrouvées sous les éoliennes en France (Marx, 2016).....	104
Graphique 42 : 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).....	104
Tableau 1 : Caractéristiques techniques et coordonnées géographiques des éoliennes du parc du Gâtinais.....	7
Tableau 2 : Caractéristiques du parc éolien du Gâtinais.....	9
Tableau 3 : Nombres d'individus des principales espèces recensés sur les sites de comptage	17
Tableau 4 : Nombres d'individus de quelques espèces recensés sur les sites de comptage	17
Tableau 5 : Nombres d'individus des rapaces recensés sur les sites de comptage	17
Tableau 6 : Tableau de synthèse des dates, des thèmes et des conditions météorologiques des suivis de l'avifaune et des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais en 2022 et 2023.....	18

Tableau 7 : Synthèse des espèces migratrices rencontrées lors du printemps 2023 sur le parc éolien du Gâtinais.	20
Tableau 8 : Statuts de protection et synthèse des espèces migratrices rencontrées lors de la migration postnuptiale en 2022 sur l'aire d'étude du parc éolien du Gâtinais.	23
Tableau 9 : Nombre de contacts par espèce et par point d'écoute des oiseaux nicheurs sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.	26
Tableau 10 : Statuts de conservation des espèces nicheuses nocturnes rencontrées sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.....	26
Tableau 11 : Statuts de conservation des espèces nicheuses rencontrées sur le parc éolien du Gâtinais.	27
Tableau 12 : Nombre de contacts par rapport à la hauteur des vols des oiseaux nicheurs sur le parc éolien du Gâtinais.	27
Tableau 13 : Espèces nicheuses recensées volants à hauteur de pales (H2) sur le parc éolien du Gâtinais.	27
Tableau 14 : Statuts, degrés de protection et patrimonialité de l'avifaune sur le parc éolien du Gâtinais.	30
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.	31
Tableau 16 : Statuts, degrés de protection et patrimonialité de l'avifaune sur le parc éolien du Gâtinais.	31
Tableau 17 : Conditions météorologiques observées lors des suivis de mortalité sur le parc éolien du Gâtinais entre juin et octobre 2022.....	35
Tableau 18 : Liste des collisions constatées sur le parc éolien du Gâtinais en 2022 et caractéristiques des cadavres	36
Tableau 19 : Caractéristiques météorologiques des dates de collisions des chiroptères et des oiseaux estimées sur le parc éolien du Gâtinais.	41
Tableau 20 : Couvert végétal et surface prospectée à chaque passage sous les éoliennes du parc du Gâtinais, entre mai et octobre 2022.	42
Tableau 21 : Évaluation du biais de prédation sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.	45
Tableau 22 : Évaluation du taux de détection des cadavres sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.	46
Tableau 23 : Mortalité réelle estimée des chiroptères, selon les différentes formules, sur le parc éolien du Gâtinais, entre mai et octobre 2022.	47
Tableau 24 : Mortalité réelle estimée des oiseaux, selon les différentes formules, sur le parc éolien du Gâtinais, entre mai et octobre 2022.	47
Tableau 25 : 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.	48
Tableau 26 : Vulnérabilité de chaque espèce retrouvée lors des suivis de mortalité au sol effectués sur le parc éolien du Gâtinais.	48
Tableau 27 : Bilan de la mortalité entre 2021 et 2022.	48
Tableau 28 : Possibilité d'identification des chauves-souris européennes en fonction de leurs émissions ultrasonores	51
Tableau 29 : Coefficients de détectabilité des principales espèces de chauves-souris européennes.....	52
Tableau 30 : Nombre de contacts bruts en fonction du volume de détection de chaque espèce de chiroptères, en nacelle de E2, E5, E8 et E11 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	53
Tableau 31 : Nombre de contacts corrigés en fonction du volume de détection de chaque espèce de chiroptères, en nacelle de E2, E5, E8 et E11 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	54
Tableau 32 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s-1) sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022.	67
Tableau 33 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s-1) combinées en nacelle de l'éolienne E2 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	68
Tableau 34 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s-1) combinées en nacelle de l'éolienne E5 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	68
Tableau 35 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s-1) combinées en nacelle de l'éolienne E8 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	69
Tableau 36 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s-1) combinées en nacelle de l'éolienne E11 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022	69

Tableau 37 : Activité des chiroptères lors de la parturition sur les éoliennes E2 et E5 du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	70	Tableau 66 : 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).	103
Tableau 38 : Activité des chiroptères lors de la parturition sur les éoliennes E8 et E11 du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	70	Tableau 67 : Vulnérabilité à l'éolien par espèce (Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016).	108
Tableau 39 : Activité des chiroptères lors de la parturition sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022 ..	70		
Tableau 40 : Activité des chiroptères lors de la migration automnale sur les éoliennes E2 et E5 du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	70		
Tableau 41 : Activité des chiroptères lors de la migration automnale sur les éoliennes E8 et E11 du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	70		
Tableau 42 : Activité des chiroptères lors de la migration automnale sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	71		
Tableau 43 : Caractérisation du niveau d'activité de chaque espèce de chiroptères enregistrée sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du parc éolien du Gâtinais en 2022, en fonction du cycle biologique	71		
Tableau 44 : Caractérisation du niveau d'activité de chaque espèce de chiroptères enregistrée l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022, en fonction du cycle biologique	71		
Tableau 45 : Synthèse des valeurs patrimoniales (statuts de protection et de conservation) de chaque espèce de chiroptère recensée sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.....	72		
Tableau 46 : 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.....	72		
Tableau 47 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022	73		
Tableau 48 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022..	73		
Tableau 49 : Données d'activité de la Pipistrelle de Natusius sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022.....	75		
Tableau 50 : Données d'activité de la Pipistrelle de Natusius sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022	75		
Tableau 51 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022	75		
Tableau 52 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	76		
Tableau 53 : Données d'activité de la Noctule commune sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022	77		
Tableau 54 : Données d'activité de la Noctule commune sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022	77		
Tableau 55 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022	78		
Tableau 56 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022.....	78		
Tableau 57 : Données d'activité de la Sérotine commune sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022	79		
Tableau 58 : Données d'activité de la Sérotine commune sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022	79		
Tableau 59 : Caractérisation du niveau d'activité de chaque espèce de chiroptères enregistrée l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022, en fonction du cycle biologique	79		
Tableau 60 : Comparaison des espèces d'oiseaux nicheuses recensées sur le parc éolien du Gâtinais entre 2016 et 2022 avec le suivi de la mortalité au sol (SN = Suivi nocturne).....	82		
Tableau 61 : Comparaison de la mortalité des chiroptères entre 2016, 2018, 2021 et 2022 et activité moyenne corrigée des données TrackBat en nacelle des éoliennes E2, E5, E8 et E11 en 2022 sur le parc éolien du Gâtinais.	83		
Tableau 62 : Référentiel National d'activité chiroptérologique en altitude, Sens Of Life	97		
Tableau 63 : Récapitulatif des données de mortalité des oiseaux, classées par espèce, en Europe (Dürr, 06/2022).	100		
Tableau 64 : Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2022). A = Autriche ; BE = Belgique ; CH = Suisse ; CR = Croatie ; CZ = République tchèque ; D = Allemagne ; DK = Danemark ; E = Espagne ; EST = Estonie ; F = Finlande ; FR = France ; GR = Grèce ; IT = Italie ; LV = Lettonie ; NL = Pays-Bas ; N = Norvège ; PT = Portugal, PL = Pologne ; RO = Roumanie ; S = Suède ; UK = Royaume-Uni.....	101		
Tableau 65 : Données avifaunistiques récoltées sur le parc éolien du Gâtinais en 2022 et 2023.....	102		

I. Cadre général du parc

Les parcs éoliens peuvent avoir une incidence sur les oiseaux et les chiroptères, dont certaines espèces protégées. 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 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.

I.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.*

Quatre suivis environnementaux ont été effectués sur le parc éolien de Gâtinais : en 2016 et 2017 par Ecosphère, en 2018 par Calidris, et enfin en 2021 par Sens Of Life. Suite à la découverte d'une douzaine de cadavres de chiroptères au cours du suivi environnemental de 2018, la société Akuo Energy a mis en place un bridage environnemental de toutes les éoliennes, du 1^{er} juillet au 30 septembre, pendant les 5 premières heures après le coucher du soleil, pour des vitesses de vent inférieures à 6 m.s^{-1} , pour des températures supérieures à 14°C et toutes les directions de vent. Le suivi environnemental réalisé en 2021 avait pour but de vérifier l'efficacité de ce bridage. Une mortalité importante des chiroptères a été constatée en 2021, comme lors du suivi environnemental de 2018. Sens Of Life a donc préconisé un durcissement de la régulation, soit via un bridage sur seuil, soit selon un bridage dynamique. Le choix de la mise en place d'un bridage dynamique a été favorisé, mais à la suite de problèmes techniques, le bridage dynamique n'a pas fonctionné pour 2022. Il sera actif en 2023. A la place, les derniers paramètres de bridage sur seuil ont été appliqués en 2022.

En 2022, un bridage sur seuil était en place sur toutes les éoliennes, dans les conditions cumulatives suivantes :

- Entre le 01 juillet au 30 septembre 2022
- Pendant les 5 premières heures après le coucher du soleil ;
- Pour des vitesses de vent inférieures à $6,0 \text{ m.s}^{-1}$;
- Pour des températures supérieures à 14°C .

Ce rapport présente donc le suivi réalisé par Sens Of Life en 2022. Il inclut les résultats des inventaires sur le terrain, les impacts et les mesures à ajuster ou adopter sur ce parc pour réduire l'incidence sur les oiseaux et les chiroptères.

I.2. Caractéristiques du parc éolien de Gatinais

La société Akuo Energy exploite un parc éolien composé de 12 éoliennes Vestas V90 MK7 implantées sur les communes de Sceaux-du-Gâtinais (45490), de Mondreville (77570) et de Gironville (77890), dans les départements du Loiret (45) et de la Seine-et-Marne (77), respectivement en région Centre-Val de Loire et Île-de-France. Cette installation a été mise en service en 2015.

Ce parc, constitué d'une ligne de 12 éoliennes, se situe sur les communes de Sceaux-du-Gâtinais (45490), de Mondreville (77570) et de Gironville (77890), dans les départements du Loiret (45) et de la Seine-et-Marne (77), respectivement en région Centre-Val de Loire et Île-de-France. Les turbines sont toutes des Vestas V90/2000 pour une puissance nominale totale de 24 MW. Le Tableau 1 indique les caractéristiques techniques et les coordonnées géographiques de chacune des éoliennes.

La Zone d'Implantation du parc culmine à 95 mètres, avec un relief globalement plat. Le paysage bocager est ouvert et dominé par des parcelles agricoles, majoritairement des graminées (blé et orge) et des betteraves, exploitées de manière intensive. Une route départementale traverse le parc entre les éoliennes E8 et E9. Notons également la présence d'un boisement au sud de l'éolienne E5. Aucun cours d'eau ni aucune mare n'a été identifié à proximité immédiate des éoliennes (Carte 2).

Commune	Eolienne	Latitude (Y)	Longitude (X)	Hauteur du mât	Diamètre du rotor	Puissance unitaire
Sceaux-du-Gâtinais	E1	48.131454	2.595038	80m	90 m	2 MW
Mondreville	E2	48.132840	2.590725	80m	90 m	

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.

	E3	48.134190	2.586746	80m	90 m	2 MW
	E4	48.135507	2.582191	80m	90 m	2 MW
	E5	48.136716	2.577127	80m	90 m	2 MW
Sceaux-du-Gâtinais	E6	48.138058	2.571272	80m	90 m	2 MW
	E7	48.139300	2.565102	80m	90 m	2 MW
	E8	48.140549	2.559110	80m	90 m	2 MW
Gironville	E9	48.141927	2.552233	80m	90 m	2 MW
	E10	48.143059	2.545170	80m	90 m	2 MW
	E11	48.143947	2.537818	80m	90 m	2 MW
	E12	48.144659	2.531174	80m	90 m	2 MW

Tableau 1 : Caractéristiques techniques et coordonnées géographiques des éoliennes du parc du Gâtinais.

Approche scalaire du site d'implantation Parc éolien du Gâtinais Loiret (45) et Seine-et-Marne (77) Centre-Val de Loire et Île-de-France



SensOfLife 2023. Fond de carte : google Satellite Hybrid

Carte 1 : Approche scalaire du site d'implantation du parc éolien du Gâtinais (45 et 77).

Nom du parc éolien	Parc éolien du Gâtinais
Exploitant	Akuo Energy
Région	Centre-Val de Loire et Ile -de-France
Département	Loiret et Seine-et-Marne
Commune(s)	Sceaux-du-Gâtinais (45490), de Mondreville (77570) et de Gironville (77890)
Date de mise en service	2015
Nombre et modèle d'éoliennes	12 éoliennes Vestas V90/2000
Date de réalisation de l'état initial pré-implantation	Une expertise environnementale initiale a été réalisée par le bureau d'études Ecosphère en 2006 pour les volets avifaune, herpétofaune, entomofaune, chiroptères, flore et habitats.
Mesures environnementales en place (type bridage ou SDA)	<p>Un système de régulation dynamique des chiroptères était prévu pour être mis en place en 2022. À la suite de problèmes techniques, son installation a été repoussée à 2023.</p> <p>Le dernier bridage préconisé en 2019 est toujours en place en 2022. Il est implanté sur toutes les éoliennes dans les conditions cumulatives suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entre le 01 juillet au 30 septembre 2022 - Pendant les 5 premières heures après le coucher du soleil ; - Pour des vitesses de vent inférieures à $6,0 \text{ m.s}^{-1}$; - Pour des températures supérieures à 14°C.
Objet du suivi réalisé en 2022	Contrôle de l'efficacité du bridage et de l'impact du parc éolien sur l'avifaune et les chiroptères
Nature du suivi réalisé en 2022	<p>Suivi de l'activité des chiroptères par TrackBat en 2022, les TrackBat sont positionnés en nacelle des éoliennes E2, E5, E8 et E11.</p> <p>Suivi de la mortalité au sol</p> <p>Suivi de l'avifaune</p>
Protocole de référence	Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, 2018

Tableau 2 : Caractéristiques du parc éolien du Gâtinais

I.3. Photographies du parc étudié

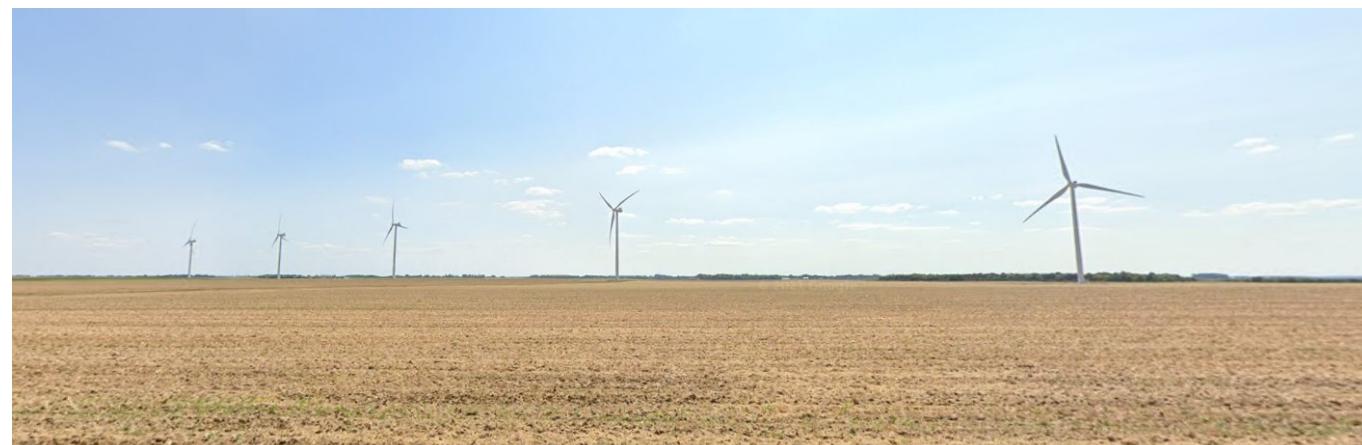


Figure 1 : Photo du parc éolien du Gâtinais de la route D43



Figure 2 : Photo du parc éolien du Gâtinais de la route D43

II. Rappel des enjeux identifiés 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 Ecosphère en 2006, afin de les comparer avec les résultats de ce suivi post-implantation en 2022.

L'aire d'étude rapprochée (à maximum 5 km du site) comprend seulement un Site d'Importance Communautaire (SIC) nommé « Marais de Bordeaux et Mignerette » (code FR2400525) et dans l'aire d'étude éloignée (à maximum 20 km du site), 69 autres zones naturelles d'intérêt reconnu ont été recensées (Carte 4) :

- 41 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type I (ZNIEFF I),
- 7 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type II (ZNIEFF II),
- 3 terrains acquis par le Conservatoire des Espaces Naturels (CEN),
- 1 Parc Naturel Régional (PNR), le « Gâtinais français » (code FR8000038)
- 1 Réserve Naturelle Régionale (RNR), le « Marais de Larchant » (code FR9300024)
- 3 sites inscrits au titre de la Directive Oiseaux (2 ZICO et 1 ZPS),
- 8 sites classés au titre de la Directive Habitats (ZCS/pSIC/SIC),
- 2 Arrêtés de Protection de Biotope (APB)
- 3 Réserves de Biosphère (RB).

L'étude d'impact présente les conclusions suivantes pour le groupe des oiseaux :

- Au total, 18 espèces d'oiseaux sont considérées comme nicheuses au sein de l'aire d'étude, dont 6 sur le site même : l'**Oedicnème criard** (*Burhinus oedicnemus*), le **Busard Saint-Martin** (*Circus cyaneus*), le **Vanneau huppé** (*Vanellus vanellus*), la **Bergeronnette printanière** (*Motacilla flava*), le **Bruant proyer** (*Emberiza calandra*) et la **Caille des blés** (*Coturnix coturnix*). 41 autres espèces sont nicheuses aux abords du site, dont un couple de **Courlis cendré** (*Numenius arquata*) qui se reproduit à moins de 2 km au nord-ouest du site, au moins en 2004, et il a été revu en 2006, ce qui est exceptionnel dans la région. L'Aigle botté et le Circaète Jean-le-blanc, ont été vues en période de nidification à quelques kilomètres du site et pourraient se reproduire dans un futur proche.
- En période de migration, une trentaine d'espèces ont été recensées et le site est localisé à l'extrême ouest du couloir de migration de la **Grue cendrée** (*Grus grus*). Une assez bonne diversité de rapaces semble traverser la zone d'étude lors des passages, en faible quantité néanmoins. Le site ne s'inscrit pas dans un axe de migration majeur pour les rapaces.
- En hivernage, le site ne constitue apparemment pas une zone importante pour l'hivernage des Vanneaux huppés et des Pluviers dorés.

L'étude d'impact présente les conclusions suivantes pour le groupe des chiroptères :

- La zone d'étude se caractérise par une faible densité et une très faible diversité spécifique de chiroptères, liées aux faibles potentialités d'accueil des zones de cultures intensives.
- Deux espèces de chauves-souris ont été contactées sur le site : la **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) assez fréquemment et la **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) ponctuellement, très rare en région Centre et assez rare en Île-de-France. Une troisième espèce a été contactée à proximité, dans le village de Mondreville, la **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) qui peut chasser sur le site et est considérée comme rare.
- Les chiroptères d'intérêt patrimonial signalés en hiver dans les carrières du secteur, et notamment le site Natura 2000 de Mocpoix, sont susceptibles de se déplacer le long de la vallée du Fusain à 3 km au sud-est du site. Les probabilités que ces mêmes chauves-souris viennent chasser sur la zone d'implantation sont jugées très faibles.

Pour conclure, les enjeux ornithologiques s'avèrent très forts et les enjeux chiroptérologiques moyens sur le site.

II.1. Rappel des conclusions des suivis environnementaux post-implantation de 2016 à 2021

Un suivi environnemental a été mené durant trois ans, en 2016 et 2017 par Ecosphère et en 2018 par Calidris. En 2021, Sens Of Life a effectué un nouveau suivi environnemental.

II.1.1. Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères

En 2016, six éoliennes du parc ont été prospectées, les éoliennes E1, E3, E5, E6, E8 et E11, au cours de 16 passages réalisés entre le 1^{er} avril 2016 et le 15 octobre 2016. Lors de ce suivi de mortalité, 10 oiseaux et 17 chauves-souris ont été retrouvés sous les éoliennes, avec comme espèces :

- Le Roitelet triple-bandeau (3 cadavres et 1 autre sous les éoliennes non suivies),
- Le Martinet noir (1 cadavre et 2 autres sous les éoliennes non suivies),
- Le Pinson des arbres (1 cadavre),
- Le Rougegorge familier (1 cadavre),
- L'Hirondelle rustique (1 cadavre sous les éoliennes non suivies),
- La Pipistrelle commune (6 cadavres et 6 autres sous les éoliennes non suivies),
- La Noctule commune (2 cadavres),
- La Noctule de Leisler (1 cadavre sous les éoliennes non suivies),
- Des petites Pipistrelles non identifiées (2 cadavres).

La mortalité réelle a été estimée à environ 8 cadavres/éolienne/an, dont 5 chiroptères et 3 oiseaux.

Suite à des discussions avec la DRIEE et la DREAL, il n'a pas été jugé nécessaire de réitérer le suivi de la mortalité en 2017, mais en 2018, Calidris a de nouveau effectué un suivi de mortalité au cours de 20 passages réalisés entre mai et septembre 2018 sous les six éoliennes qui n'avaient pas été prospectées en 2016 (E2, E4, E7, E9, E10 et E12). Lors de ce suivi de mortalité, 2 oiseaux et 9 chauves-souris ont été retrouvés sous les éoliennes, avec, comme espèces :

- Le Pigeon ramier (1 cadavre),
- Le Bruant proyer (1 cadavre),
- La Pipistrelle commune (4 cadavres),
- Une Noctule indéterminée (1 cadavre),
- Des chiroptères indéterminés (4 cadavres).

La mortalité réelle a été estimée entre 8 et 21 cadavres pour la période « Printemps/Été » et entre 7 et 16 cadavres pour la période « Automne », toutes espèces confondues. Ces taux de mortalité conséquents ont conduit à la mise en place d'un bridage sur le parc éolien.

En 2021, Sens Of Life a effectué un nouveau suivi de mortalité afin d'évaluer l'efficacité du bridage. Dix éoliennes sur les 12 ont été suivies (toutes sauf E7 et E10). Au total, 26 collisions ont été constatées sur le parc éolien du Gâtinais en 2021, 7 oiseaux et 19 chauves-souris ont été retrouvés sous les éoliennes :

- Le Martinet noir (1 cadavre)
- La Perdrix rouge (1 cadavre)
- Le Pigeon ramier (1 cadavre)
- Le Bruant proyer (1 cadavre)
- Un Héron pourpré (1 cadavre)
- Le Pigeon biset (1 cadavre)
- Un oiseau indéterminé (1 cadavre)
- La Pipistrelle commune (12 cadavres)
- La Pipistrelle de Nathusius (2 cadavres)
- La Pipistrelle de Kuhl (2 cadavres)
- La Noctule commune (1 cadavre)
- Des chiroptères non identifiés (2 cadavres)

La mortalité réelle estimée se situe entre $1,9 \pm 0,1$ et $3 \pm 0,1$ pour les oiseaux, et entre $6,8 \pm 0,3$ et $9,3 \pm 0,4$ pour les chauves-souris. Au vu de la mortalité élevée pour les chiroptères, il a été préconisé de renforcer le bridage déjà mis en place.

II.1.2. Suivi de la fréquentation de l'avifaune

En 2016, l'étude avifaunistique présente les conclusions suivantes pour les oiseaux :

- 15 espèces ont été catégorisées comme migratrices, hivernantes ou erratiques ne nichant pas dans l'aire d'étude, 16 autres espèces sont également nicheuses. Parmi ces 15 espèces non nicheuses, 3 sont particulièrement vulnérables : le **Busard Saint-Martin**, le **Faucon crécerelle** et le **Vanneau huppé**.
- En période de nidification, 23 espèces se reproduisent sur le parc et dans un rayon de 500 m autour de celui-ci, 14 autres espèces se reproduisent aux abords, dont des corvidés, la **Buse variable**, le **Milan noir** et le **Faucon hobereau** qui sont susceptibles de fréquenter le parc en transit ou lors de la recherche alimentaire. Un couple de **Courlis cendré** a été de nouveau observé, cette fois à 1 km à peine au nord-ouest de l'éolienne E12 sur une parcelle humide en jachère au sud de la ferme "L'Avenir". Parmi les espèces nicheuses, 7 sont vulnérables au risque de collision : le **Faucon hobereau**, l'**Œdicnème criard**, le **Vanneau huppé**, le **Busard Saint-Martin**, le **Courlis cendré**, le **Faucon crécerelle** et le **Milan noir**.

En 2017, six suivis ont été réalisés et ont permis d'identifier un possible couple de **Busard cendré** (un mâle observé), deux couples de **Busard Saint-Martin**, trois couples de **Vanneau huppé** et deux couples d'**Œdicnème criard**. La construction du parc éolien du Gâtinais ne semble pas avoir eu d'effet repoussoir sur les espèces nicheuses observées.

L'étude comportementale de l'avifaune n'a pas été réitérée en 2018 ni en 2021.

II.1.3. Suivi de la fréquentation des chiroptères

En 2016, l'étude des chiroptères s'est déroulée en six passages réalisés au pied de quatre éoliennes (E1, E6, E8 et E11), avec les conclusions suivantes :

- Neuf espèces ont été contactées, dont 6 vulnérables à l'éolien : la **Pipistrelle commune**, la **Pipistrelle de Kuhl** et la **Sérotine commune** qui ont probablement des colonies aux abords et exploitent le parc régulièrement, la **Noctule commune** également reproductrice aux abords mais fréquentant aussi le parc lors des migrations printanière et automnale, la **Pipistrelle de Nathusius** dont des individus exploitent le parc en été et traversent le parc en migration et la **Noctule de Leisler** qui est présente en migration. Le **Grand Murin**, le **Murin de Natterer** et la **Barbastelle d'Europe** ont également été contactées mais ne sont pas très vulnérables au risque de collision.
- L'activité des chiroptères semble homogène sur les quatre points, avec un niveau globalement faible à très faible toute l'année, en lien direct avec l'absence de milieux favorables directement autour des masts. On constate une activité légèrement plus importante au pied de l'éolienne 6 (niveau d'activité moyen fin juin), éolienne au pied de laquelle se trouve une jachère et éolienne la plus proche de la jeune plantation boisée et des friches au sud du parc.
- La fréquentation du parc reste globalement faible, à l'exception de nuits de chasse exceptionnelles début juillet pour les Pipistrelles et la Sérotine commune seulement à l'occasion d'émergences d'insectes et d'envol des jeunes. Des gîtes d'été sont donc probables dans les villages et hameaux proches, ainsi que dans les secteurs boisés des environs, tels que la vallée du Fusain (3 km au sud du parc). La faible diversité spécifique observée sur le parc est typique d'un plateau cérééalier. Il est possible que le parc génère un effet d'aversion pour certaines espèces.

En 2017, l'étude des chiroptères s'est déroulée en trois passages réalisés au pied des mêmes quatre éoliennes (E1, E6, E8 et E11). Les six espèces vulnérables à l'éolien, les trois espèces de **Pipistrelles** et les trois espèces de **Sérotules**, ont de nouveau été contactées en 2017, ainsi que le **Murin de Natterer** qui a une vulnérabilité faible. Le **Grand Murin** et la **Barbastelle d'Europe** n'ont pas été enregistrés cette année, mais le **Murin de Daubenton** et l'**Oreillard roux**, qui ont une faible vulnérabilité, ont été contactés en 2017 alors qu'ils ne l'avaient pas été en 2016. L'étude conclue donc :

- Une faible activité au printemps (sauf sur E8, activité très forte de Pipistrelle commune non expliquée), en particulier pour les espèces migratrices de haut vol, sensibles au risque de collision ;
- Une activité estivale importante pour la Pipistrelle commune (et à plus faible échelle pour la Pipistrelle de Kuhl), notamment lorsque les jeunes s'émancipent, et ce malgré l'absence de gîte constaté à proximité des éoliennes et l'absence de continuité écologique vers les lieux-dits, hameaux et villages susceptibles d'en abriter et situés à au moins 1,2 km des éoliennes ;
- Une activité variable en automne (faible à forte) avec la présence non négligeable de Noctule de Leisler, une espèce de haut vol, sensible au risque de collision

En 2018, l'étude des chiroptères a été effectuée à l'aide d'enregistreurs ultrasonores, deux placés à 4 mètres du sol sur les éoliennes E5 et E10 pour étudier l'activité des chauves-souris au sol en continu du 23 mai au 21 juin 2018 puis du 05 juillet au 17 septembre 2018, et deux autres enregistreurs ultrasonores en nacelle des éoliennes E4 et E12 pour étudier l'activité des chauves-souris en altitude en continu sur une année complète, de mai 2018 à mai 2019. L'étude conclue donc, pour l'activité au sol :

- Dix espèces ont été contactées lors des écoutes à 4 mètres du sol : les mêmes six espèces vulnérables à l'éolien que les années précédentes, c'est-à-dire les trois espèces de **Pipistrelles** et les trois espèces de **Sérotules**, puis quatre espèces de faible vulnérabilité : le **Murin de Natterer**, déjà contacté les deux années précédentes, la **Barbastelle d'Europe** et le **Grand Murin**, déjà contactés en 2016, ainsi que le **Murin de Daubenton**, déjà contacté en 2017. Des Oreillards ont également été contactés sans être déterminés à l'espèce, sachant que l'**Oreillard roux** avait déjà été contacté en 2017.
- Trois espèces contactées sont considérées comme migratrices : la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune et la Noctule de Leisler.
- L'activité est plus importante durant les 3 premiers mois d'enregistrement, avec un pic d'activité observé en mai pour l'éolienne E10, puis l'activité décroît ensuite en août et en septembre. Les résultats ont enregistré une saisonnalité, au sol, assez marquée. Les plus fortes activités ont été observées durant le périodes de migration printanière (mai) et la période estivale d'élevage des jeunes (juin et juillet). L'activité a été considérablement plus faible, durant la période de migration automnale, en aout et septembre.
- L'activité horaire est similaire entre les deux éoliennes. 80% de l'activité est enregistrée entre 1h et 2h du matin et le pic le plus fort a lieu entre 23h et minuit.
- Plus de 80 % de l'activité ont été enregistrés pour des vitesses de vent inférieure à 5 m/s sur l'éolienne E10 et à 6 m/s sur l'éolienne E5. Pratiquement 100% de l'activité chiroptérologique a été enregistrée pour des températures supérieures à 15°C sur l'éolienne E10 et à 16°C sur l'éolienne E5, avec une fréquentation anecdotique pour des températures inférieures à ce seuil.

L'étude réalisée en 2018 conclue, pour l'activité en nacelle :

- Seulement cinq espèces de haut vol ont été contactées : la **Sérotine commune**, la **Noctule de Leisler**, la **Noctule commune**, la **Pipistrelle de Kuhl** et la **Pipistrelle commune**, mais la Pipistrelle de Nathusius n'a pas été enregistrée.
- Deux sont considérées comme migratrices, la Noctule commune et la Noctule de Leisler.
- Deux espèces (Noctule de Leisler et Noctule commune) ont une activité globale modérée. Leurs pics d'activité surviennent durant le mois de juillet. La très grande majorité des enregistrements concernent des séquences de chasse. L'activité décroît ensuite pour devenir presque nulle en octobre. On note cependant

un dernier pic en septembre au niveau de la nacelle d'E12 pour la Noctule commune qui peut être assimilé à un passage d'individus en transit migratoire. Les résultats ont enregistré une saisonnalité assez marquée, en nacelle. Les plus fortes activités ont été observées durant la période estivale d'élevage des jeunes (juillet). L'activité a été considérablement plus faible, durant la période de migration automnale, en aout et septembre.

- Pour les deux éoliennes 80% de l'activité sont atteints à 1h du matin et le pic le plus important à lieu entre 23h et minuit.
- Plus de 80 % de l'activité ont été enregistrés pour des vitesses de vent inférieure à 5 m/s sur l'éolienne E4 et 6 m/s sur l'éolienne E12. Plus de 99% de l'activité chiroptérologique ont été enregistrés pour des températures supérieures à 13°C sur l'éolienne E4, avec une fréquentation anecdotique pour des températures inférieures à ce seuil, et supérieures à 15°C sur l'éolienne E12.

Concernant les gîtes à chiroptère, l'étude effectuée en 2018 conclue que la zone d'étude est caractérisée par ses faibles potentialités d'accueil en gîtes. Les rares boisements qu'on y trouve ne sont pas favorables aux espèces arboricoles en raison de leur manque de maturité. Ces bosquets sont en effet jeunes et ne possèdent aucun arbre à cavité susceptible d'abriter des colonies. Leurs potentialités sont donc nulles à très faibles. Les rares potentialités présentes au niveau de la zone d'étude se trouvent dans le vieux bâti qui peut être favorable à certaines espèces synanthropiques (Pipistrelles sp., Sérotine commune, Murins sp.). Cependant, leur découverte se trouve fortement limitée par l'accès aux propriétés privées et aucune colonie n'a pu être observée. La potentialité des zones d'habitation est néanmoins évaluée comme modérée. Enfin, les potentialités d'accueil des haies, cultures, prairies ou friches de la zone d'étude sont nulles.

En 2021, deux TrackBats ont été placés en nacelle des éoliennes E4 et E6 afin d'étudier l'activité chiroptérologique, du 21 avril au 31 octobre 2021. Pour l'activité en nacelle, l'étude a conclu :

- Six espèces ont été contactées et identifiées : la **Pipistrelle commune**, la **Pipistrelle de Kuhl**, la **Pipistrelle de Nathusius**, la **Noctule commune**, la **Noctule de Leisler** et la **Sérotine commune**. D'autres espèces, dont des **Oreillard**s, ont été contactées mais n'ont pas pu être déterminées avec précision.
- La majorité de l'activité, soit 90%, a été relevée entre le début de mois de juin et la fin du mois d'octobre. Deux pics d'activité ont été enregistrés : le premier a eu lieu le 10 juillet, en pleine période de parturition sur les deux éoliennes, et le second le 4 septembre, en période de migration automnale, particulièrement sur E6.

- Une activité continue tout au long de la nuit sur le parc éolien, avec plus de 90% de l'activité enregistrée entre le lever et le coucher du soleil. Un pic d'activité à 01h20 a été enregistré, avec 2,9% de l'activité totale.
- L'activité chiroptérologique se déroule pour des vitesses de vent allant de 0 à 11,5 m.s⁻¹, avec un pic d'activité à 4 m.s⁻¹ sur les deux éoliennes, et pour des températures comprises entre 8°C et 30°C, avec un pic d'activité à 18°C sur les deux éoliennes. Au total, 90% de l'activité des chiroptères est définie par une vitesse de vent inférieure ou égale à 6 m.s⁻¹ combinée à une température supérieure ou égale à 12°C.

II.2. Objectifs

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 :
 - Par collision avec les pales en mouvement,
 - Par barotraumatisme à proximité de l'extrados des pales en mouvement,
 - 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 migrants. 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 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.

La stratégie d'inventaire qui a été mise en œuvre permet d'avoir une bonne connaissance des fonctionnalités écologiques du site et est adaptée aux effets potentiels d'un parc éolien sur le milieu naturel, prenant en considération les informations préalables sur l'étude d'impact initial du parc. Ainsi, un nombre de sorties conforme au protocole national de 2018 a été mis en place.

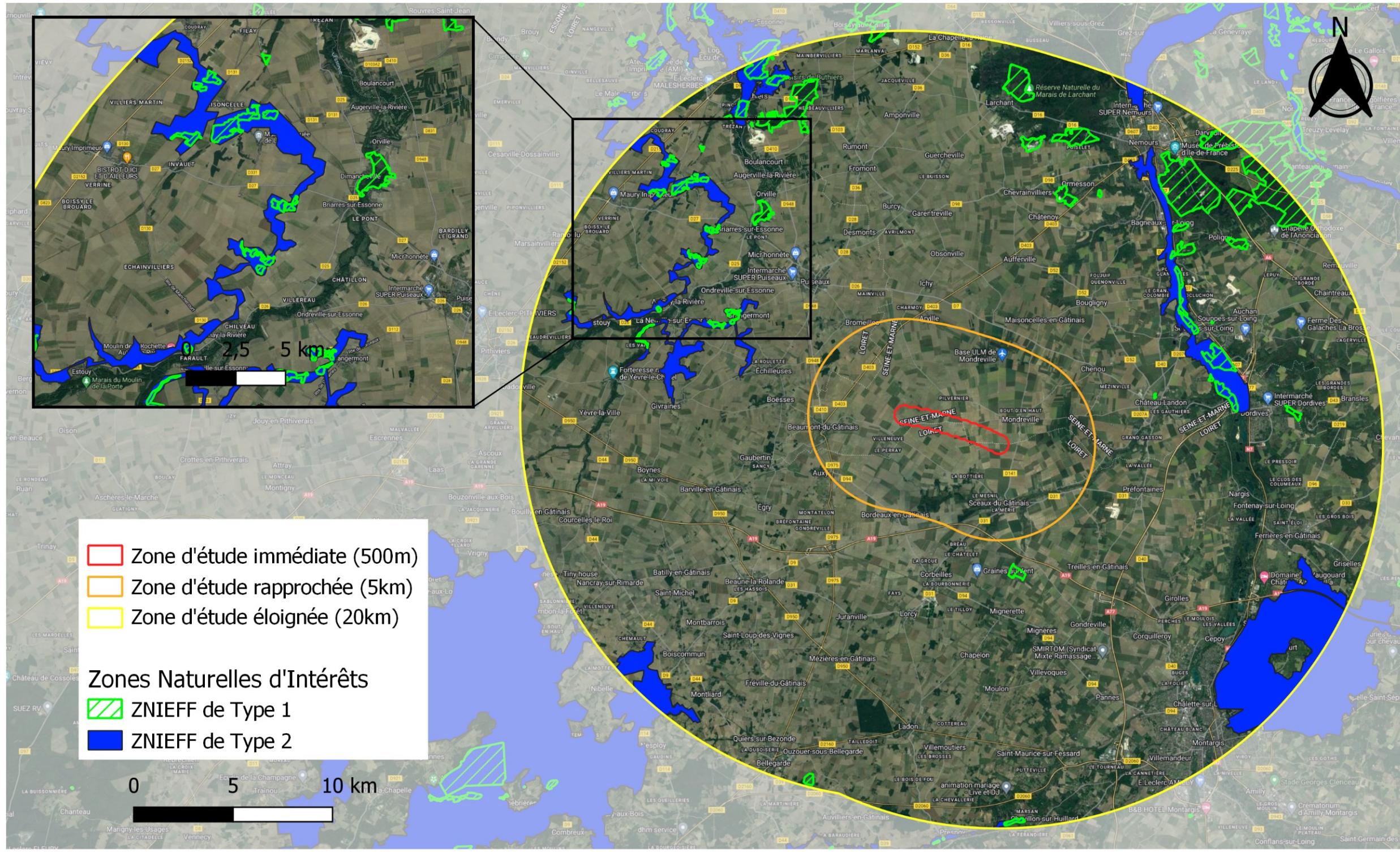


Zones naturelles recensées dans un rayon de 20 km

Parc éolien du Gâtinais

Loiret (45) et Seine-et-Marne (77)

Centre-Val de Loire et Île-de-France

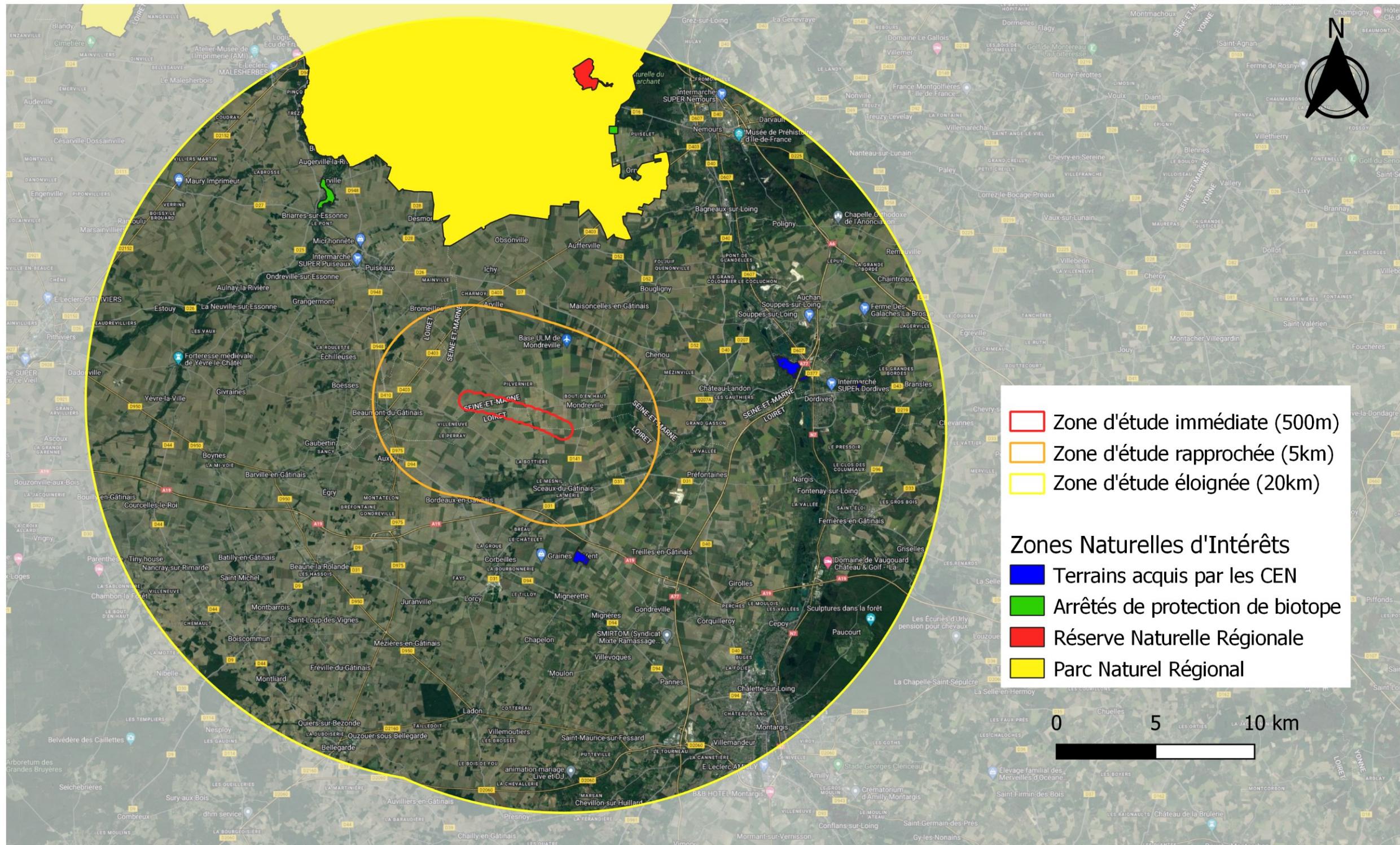


SensOfLife 2023. Fond de carte : Google Satellite Hybrid

Carte 2 : Zones naturelles d'intérêt recensées dans un rayon de 20 kilomètres autour du parc éolien du Gâtinais, partie 1 (45 et 77).



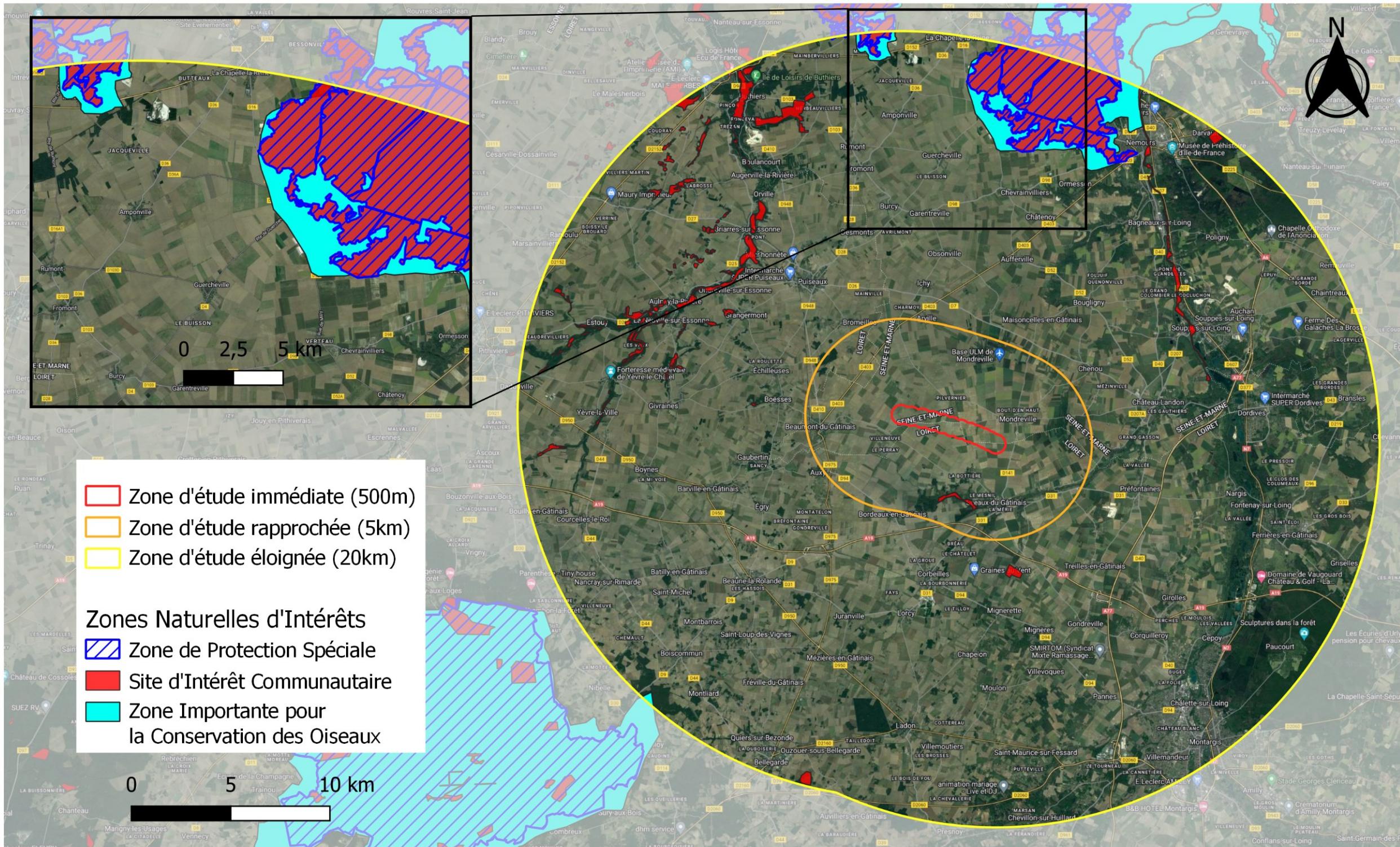
Zones naturelles recensées dans un rayon de 20 km Parc éolien du Gâtinais Loiret (45) et Seine-et-Marne (77) Centre-Val de Loire et Île-de-France



SensOfLife 2023. Fond de carte : Google Satellite Hybrid

Carte 3 : Zones naturelles d'intérêt recensées dans un rayon de 20 kilomètres autour du parc éolien du Gâtinais, partie 2 (45 et 77).

Zones naturelles recensées dans un rayon de 20 km Parc éolien du Gâtinais Loiret (45) et Seine-et-Marne (77) Centre-Val de Loire et Île-de-France



SensOfLife 2023. Fond de carte : Google Satellite Hybrid

Carte 4 : Espaces naturels remarquables recensés dans un rayon de 20 km autour du parc éolien du Gâtinais, partie 3 (45 et 77)

III. Suivi de l'activité de l'avifaune

III.1. Méthodologie

III.1.1. Avifaune migratrice

L'objectif principal du suivi environnemental pendant cette période est de mettre en évidence l'intérêt migratoire du site et d'estimer l'impact du parc éolien sur la migration des espèces. Pour cela, une caractérisation des passages migratoires locaux permet d'évaluer la présence et l'importance d'un éventuel axe migratoire. Il ne s'agit pas de réaliser des suivis exhaustifs de l'activité migratoire, mais plutôt de chercher à comprendre les modalités de passage en fonction d'un échantillon limité, mais qui doit être représentatif de la variabilité des conditions climatiques, pour pouvoir les comparer avec les résultats de l'étude d'impact initiale.

Plusieurs postes d'observation fixes sont placés au sein du parc éolien, souvent sur des zones ouvertes qui portent loin de façon à avoir une bonne visibilité sur plusieurs kilomètres dans l'axe des migrations. Au-delà de l'intérêt de suivre des grandes espèces patrimoniales et sensibles, le choix d'une alternance de points d'observation favorise une meilleure perception des flux de passage de passériformes, dont les mouvements généralement plus diffus limitent la détection à distance et la caractérisation fine des modalités de passage. Pour les oiseaux qui font des haltes migratoires (pour le repos ou le nourrissage), il est nécessaire de se déplacer au sein du périmètre d'étude et à ses abords afin de mettre en évidence le caractère de "transit" du site.

Chaque visite sur site donne lieu à des déplacements, permettant une bonne compréhension des enjeux de fréquentation, qu'il s'agisse d'oiseaux de passage ou d'oiseaux sédentaires. Trois sorties ont été consacrées au suivi des migrations prénuptiales (09/02/2023, 23/02/2023 et 28/02/2023) et trois autres au suivi des migrations postnuptiales (22/09/2022, 13/10/2022 et 31/10/2022).

Les flux migratoires ont été étudiés au cours de la journée, sur un intervalle de 4 heures minimum. Cependant, les études menées avec des radars indiquent que 90 % des oiseaux migrants migreraient de nuit, en évoluant entre 300 et 700 mètres d'altitude (Dirksen *et al.*, 1998). La migration nocturne ici n'a pas été étudiée, la logistique d'utilisation des radars étant plus compliquée que des suivis standards au sol.

III.1.2. Avifaune nicheuse

Afin d'apprécier les habitudes d'occupation du site par les oiseaux en période de nidification (localisation, biodiversité, abondance...), nous avons basé notre méthodologie sur le caractère territorial des oiseaux à cette époque de l'année, et notamment sur le chant émis par la majorité d'entre eux.

La technique des IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) est efficace pour la majorité des oiseaux nicheurs. Ce protocole est inspiré du programme STOC-EPS du CRBPO / Muséum National d'Histoire naturelle et est basé sur le comportement territorial des oiseaux nicheurs. Un point d'écoute de 10 minutes est réalisé tous les 250 mètres sur une surface homogène afin d'écouter les chants, qui ont pour objectif au printemps de marquer les limites des territoires nuptiaux. Les oiseaux vus ou entendus sur chaque point sont identifiés et dénombrés. Les oiseaux remarquables sont de plus positionnés sur carte papier, ainsi que leur trajet de vol. Les indices de reproduction sont recherchés et notés : vol territorial, comportement d'alarme ou de défense, accouplement, présence d'un nid ou de jeunes. Les oiseaux observés sur le circuit reliant les points sont également relevés. L'ordre de ces points et le circuit emprunté sont changés à chaque visite. Chaque observation, cri, chant, est noté.

Les données sont recueillies le matin (période de plus forte activité), au cours de huit passages réalisés à des dates différentes (de début avril à fin-juin), lors de conditions météorologiques favorables (temps calme, sans vent ni pluie). Les sorties ont été effectuées les 06/07/2022, 27/07/2022, 10/08/2022 et le 25/08/2022.

L'analyse des sorties terrain permet d'obtenir des résultats qualitatifs (nombre d'espèces sur le point, et identification des différentes espèces) et quantitatifs (Indice Ponctuel d'Abondance de chacune des espèces présentes). La technique des IPA permet à la fois de rendre compte de la densité moyenne de l'espèce et de sa fréquence relative sur l'ensemble de l'aire d'étude :

- Fréquence relative (%) = nombre de points où l'espèce a été contactée / nombre total de points IPA
- Densité = nombre total de contacts / nombre total de points

Dans le cadre de cette étude, 10 points d'écoute d'une durée de 10 minutes ont été réalisés (Carte 5). L'emplacement des différents IPA permet d'inventorier l'avifaune présente dans tous les habitats naturels de la zone d'étude. Les résultats de terrain obtenus sont ensuite comparés aux résultats obtenus lors de l'étude d'impact initiale.

Rapaces nicheurs diurnes et nocturnes et autres grandes espèces

En ce qui concerne les rapaces diurnes (et certaines autres grandes espèces), la méthode des IPA est mal adaptée pour caractériser l'importance des nidifications. Ces oiseaux, non-chanteurs, ont une aire de chasse importante et sont souvent en vol.

Concernant les rapaces nocturnes, deux méthodes sont combinées et utilisées simultanément sur chaque point d'écoute : l'écoute passive et la méthode de la repasse, jusqu'à 3 heures après le coucher du soleil, selon le protocole adapté de celui mis en œuvre pour l'enquête nationale Rapaces nocturnes 2015 – 2017 (CNRS – LPO) : repasse durant 30 secondes du chant d'une espèce, écoute durant deux minutes, repasse pour une deuxième espèce, etc. En effet, la diffusion de chants territoriaux imitant un intrus incite les réponses des rapaces nocturnes sensibles à cette méthode. Si cette technique semble efficace pour la plupart des espèces (Chevêche d'Athéna, Petit-duc scops, Grand-duc d'Europe, Chouette hulotte, Chouette de Tengmalm), la bibliographie montre qu'elle l'est moins pour l'Effraie des clochers, le Hibou moyen-duc et le Hibou des marais. Cette technique a été utilisée au niveau de 10 points d'écoute (Carte 5) lors de trois sorties nocturnes les 30/06/2022, 01/08/2022 et 17/08/2022.

III.1.3. Base de données Sens Of Life

Le recueil de données de terrain réalisé par la société Sens Of Life et le choix des méthodologies mises en œuvre est adapté à la fois aux caractéristiques du site et aux sensibilités des espèces décrites par l'étude d'impact. Toutes les données recueillies au cours des visites de terrain sont saisies sur une base de données Excel :

- Les noms des espèces (nom vernaculaire et nom latin) ;
- La date et l'heure du contact ;
- Le nombre d'individus : précision comportementale importante en période nuptiale pour apprécier l'avancement de la nidification (couples, mâles chanteurs, couples + jeunes...) ;
- Le sexe et l'âge ;
- Le comportement nuptial (défense de territoire, transport de matériaux pour la construction des nids, transport de nourriture pour le nourrissage des jeunes...) ;
- L'Indice Ponctuel d'Abondance (en période nuptiale) ;
- La hauteur de vol appréciée sur le terrain grâce aux repères disponibles (principalement les éoliennes) et de l'expérience de l'observateur. Il s'agit donc de considérer cette notion comme une valeur indicative large, à utiliser avec précaution. Cette hauteur est codée par rapport à la hauteur des éoliennes :
 - H0 pour un oiseau contacté posé ;
 - H1 pour un vol au ras du sol (sous les pales) ;
 - H2 pour un vol au niveau potentiel des pales (45-145 m) ;
 - H3 pour un vol juste au-dessus des éoliennes (145-250 m) ;
 - H4 pour un vol à très haute altitude (> 250 m) ;
- Le statut de l'individu contacté par rapport au site (M pour migrateur ; I pour inter-nuptial ; N pour nicheur potentiel ; H pour hivernant) ;
- Les données de localisation (point d'observation) ;
- L'identification de l'observateur et du propriétaire des données.

Parallèlement, toutes les observations relevées sur cartes de terrain (migrateurs, rapaces et grands voiliers, passereaux patrimoniaux, espèces aquatiques, autres espèces spécialisées ou bien témoignant de fonctionnalités écologiques particulières...), sont également saisies sur Système d'Information Géographique (QGIS). Par souci de clarté, certaines synthèses cartographiques mettent volontairement en évidence les contacts les plus caractéristiques de la situation ornithologique, ainsi que ceux qui peuvent représenter un enjeu (espèce sensible et/ou patrimoniale, nid, prise d'ascendance...).

Les flèches représentent des oiseaux en vol, avec des variations selon les comportements (vol cerclé représenté par des courbes concentriques « en forme de ressort »), vol de prospection par une flèche courbée, vol direct par flèche droite, migration active par une flèche droite...). Les points représentent des contacts d'oiseaux posés.

III.1.4. Limites

Les investigations ponctuelles ne permettent pas une vision exhaustive de toutes les espèces sur site. Cependant, elles sont effectuées en fonction de la phénologie des espèces remarquables, des types d'impacts envisageables par le parc, afin de recueillir un échantillon représentatif de l'état initial.

Pour les migrations, seuls des suivis diurnes sont effectués, dans diverses conditions climatiques, les suivis nocturnes ne pourraient être effectués qu'avec un radar. La petite taille des passereaux ne permet pas toujours de les déterminer à distance. Sur les cartes, il apparaît souvent une concentration des contacts autour des points d'écoute, ce qui peut porter à confusion dans son interprétation. Ces cartes permettent de montrer l'axe ou la densité des passages dans des secteurs localisés. Cependant, les passages sont en réalité moins localisés et donc plus homogènes, sur des approches plus larges.

Les statuts biologiques des espèces observées entre la période postnuptiale et la période hivernale, ou entre la période hivernale et la période prénuptiale, sont parfois difficiles à différencier. Certaines espèces contactées ont des comportements évolutifs en fonction des conditions climatiques et des ressources trophiques en hiver (« migrations de fuite »). La distinction entre des individus en halte migratoire et des hivernants peut être infime, l'hivernage pouvant par ailleurs être considéré comme une halte migratoire de longue durée.

III.1.5. Consultations et autres données naturalistes

La synthèse des espèces observées en 2022 par Migr'action a été consultée le 05/06/2023 sur le site de comptage le plus proche à vol d'oiseau du parc éolien du Gâtinais :

- Site de comptage « **Boucles de la Marne** » à **103 km** au Nord-Est de l'éolienne E7 du parc éolien du Gâtinais (présence de données uniquement en migration prénuptiale).

Cette synthèse souligne six espèces particulièrement présentes en migration : le **Pigeon ramier**, le **Pinson des arbres**, le **Pipit farlouse**, le **Pluvier doré**, l'**Etourneau sansonnet** et le **Grand cormoran** :

	Boucles de la Marne 2022 (103km)
Pigeon ramier	7 555
Pinson des arbres	6 490
Pipit farlouse	2 726
Pluvier doré	2 016
Etourneau sansonnet	1 649
Grand cormoran	1 509

Tableau 3 : Nombres d'individus des principales espèces recensés sur les sites de comptage

D'autres espèces ont également été contactés dans une moindre mesure en 2022 : l'**Alouette des champs**, le **Vanneau huppé**, la **Linotte mélodieuse**, le **Geai des chênes**, le **Pinson du Nord** et la **Cigogne blanche** :

	Boucles de la Marne 2022 (103km)
Alouette des champs	982
Vanneau huppé	812
Linotte mélodieuse	672
Geai des chênes	530
Pinson du Nord	292
Cigogne blanche	251

Tableau 4 : Nombres d'individus de quelques espèces recensés sur les sites de comptage

Des **rapaces** et autres de **grands voiliers** ont également été contactés dans une moindre mesure encore :

	Boucles de la Marne 2022 (103km)
Bondrée apivore	124
Grue cendrée	94
Busard des roseaux	32
Milan noir	32
Buse variable	18
Milan royal	12
Faucon émerillon	9
Epervier d'Europe	7

Tableau 5 : Nombres d'individus des rapaces recensés sur les sites de comptage

III.1.6. Dates et conditions de prospection

Le Tableau 6 fait la synthèse des dates, des thèmes et des conditions météorologiques des visites sur le parc éolien du Gâtinais. En tout, 13 visites ciblées sont à l'origine de notre échantillon de données entre juin 2022 et février 2023. La pression d'observation est représentée par 44 heures et 32 minutes de suivi cumulées sur l'ensemble du cycle biologique des oiseaux. Pour chaque thème d'étude, compte tenu du chevauchement thématique (migrants tardifs en période nuptiale, et nicheurs précoce en période prénuptiale), est totalisé :

- Une pression de suivi des migrations prénuptiales basée sur 12 heures de suivi (3 passages)
- Une pression de suivi des nicheurs (rapaces diurnes, intermédiaires et passereaux) basée sur 13 heures et 35 minutes de suivi (4 passages)
- Une pression de suivi des rapaces nocturnes basée sur 6 heures et 57 minutes de suivi (3 passages)
- Une pression de suivi des migrations postnuptiales basée sur 12 heures de suivi (3 passages).

Les conditions de suivi furent assez bonnes de façon générale et, en même temps, suffisamment contrastées pour permettre une appréciation de la variabilité des comportements des oiseaux selon ces conditions climatiques. La présence d'une couverture nuageuse parfois légèrement pluvieuse ne constitue pas une contrainte majeure, ni d'un point de vue technique pour observer les oiseaux, ni en termes d'activité ornithologique. Cependant, l'absence de visibilité (brouillard, plafond bas) peut être ponctuellement plus problématique pour le suivi selon le ciblage des visites. Pour autant, l'expérience montre que les principaux risques de collision des oiseaux avec les pales d'éoliennes résultent de ce type de conditions climatiques défavorables. Nous aurions donc tort de chercher à ne prendre en compte que les visites à bonnes conditions climatiques car cela ne représenterait pas une image pertinente de la réalité et fausserait aussi notre perception d'analyse des risques d'impacts.

Synthèse des visites sur le parc éolien du Gâtinais						
Date	Heures	Thème	Visibilité	Température	Vent	Précipitations
30/06/22	22h23-23h52	Nicheurs nocturnes	Nuageux (75%)	14 à 13°C	8 à 6km/h	Oui
06/07/22	8h-11h45	Nicheurs diurnes	Ensoleillé (0%)	16°C	13km/h S	Non
27/07/22	7h-10h20	Nicheurs diurnes	Ensoleillé (0%)	16°C	15km/h SO	Non
01/08/22	21h30-0h01	Nicheurs nocturnes	Dégagé	18-22°C	Nul	Non
10/08/22	6h45-10h30	Nicheurs diurnes	Dégagé	17°C	20km/h	Non
17/08/22	21h-23h57	Nicheurs nocturnes	Couvert 70%	20°C	3km/h	Non
25/08/22	7h-11h45	Nicheurs diurnes	Dégagé	18°C	5km/h ESE	Non
22/09/22	8h30-12h30	Migration postnuptiale	Dégagé	6 à 18°C	10km/h ENE	Non
13/10/22	8h-12h	Migration postnuptiale	Couvert 100%	13°C	5km/h SSO	Non
31/10/22	7h30-11h30	Migration postnuptiale	Couvert 50%	13-18°C	20km/h SE	Non
09/02/23	8h15-12h15	Migration prénuptiale	Ensoleillé (0%)	-1 à 4°C	5km/h OSO	Non
23/02/23	13h30-17h30	Migration prénuptiale	Nuageux (90%)	11°C	16km/h ENE	Non
28/02/23	13h15-17h15	Migration prénuptiale	Ensoleillé (0%)	0 à 4°C	25km/h NE	Non

Tableau 6 : Tableau de synthèse des dates, des thèmes et des conditions météorologiques des suivis de l'avifaune et des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais en 2022 et 2023.



Points d'écoute au sol des chiroptères et de l'avifaune Parc éolien du Gâtinais Loiret (45) et Seine-et-Marne (77) Centre-Val de Loire et Île-de-France



SensOfLife 2023. Fond de carte : Google Satellite Hybrid

Carte 5 : Répartition des points d'écoute de l'avifaune nicheuse et des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.

III.2. Résultats du suivi de l'avifaune en migration prénuptiale

III.2.1. Espèces recensées et effectifs

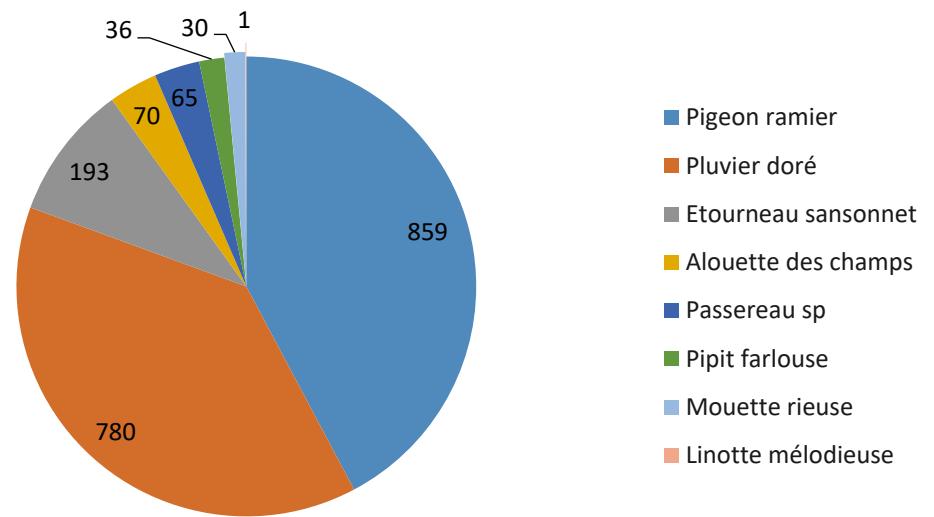
Il est toujours assez difficile d'être catégorique sur le statut biologique de ces oiseaux, parfois observés en halte. Cependant, les dates des contacts, les comportements, et quelque fois l'absence d'autres contacts à d'autres périodes de l'année permettent de conclure qu'il s'agisse bien d'oiseaux migrateurs. Le Tableau 7 présente les 8 espèces/groupes d'espèces migratrices rencontrées sur l'aire d'étude au cours du printemps 2023, ainsi que leurs effectifs et statuts de protection et de conservation (statut uicn de passage).

Espèces		Effectif	Représentation en %	LR Europe ¹	LR France ¹	Protégée ²	Menacée
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	859	42,25%	LC	NA	Non	Non
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	780	38,37%	LC	-	Oui	Non
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	193	9,49%	LC	NA	Non	Non
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	70	3,44%	LC	NA	Non	Non
Passereau sp		65	3,20%	-	-	-	-
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	36	1,77%	NT	NA	Oui	Oui
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	30	1,48%	LC	NA	Oui	Non
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	1	0,05%	LC	NA	Oui	Oui

Tableau 7 : Synthèse des espèces migratrices rencontrées lors du printemps 2023 sur le parc éolien du Gâtinais.

Aucune espèce à une forte valeur patrimonial n'a été recensée durant cette période.

Espèces rencontrées sur le parc éolien du Gâtinais en 2023 lors de la migration prénuptiale



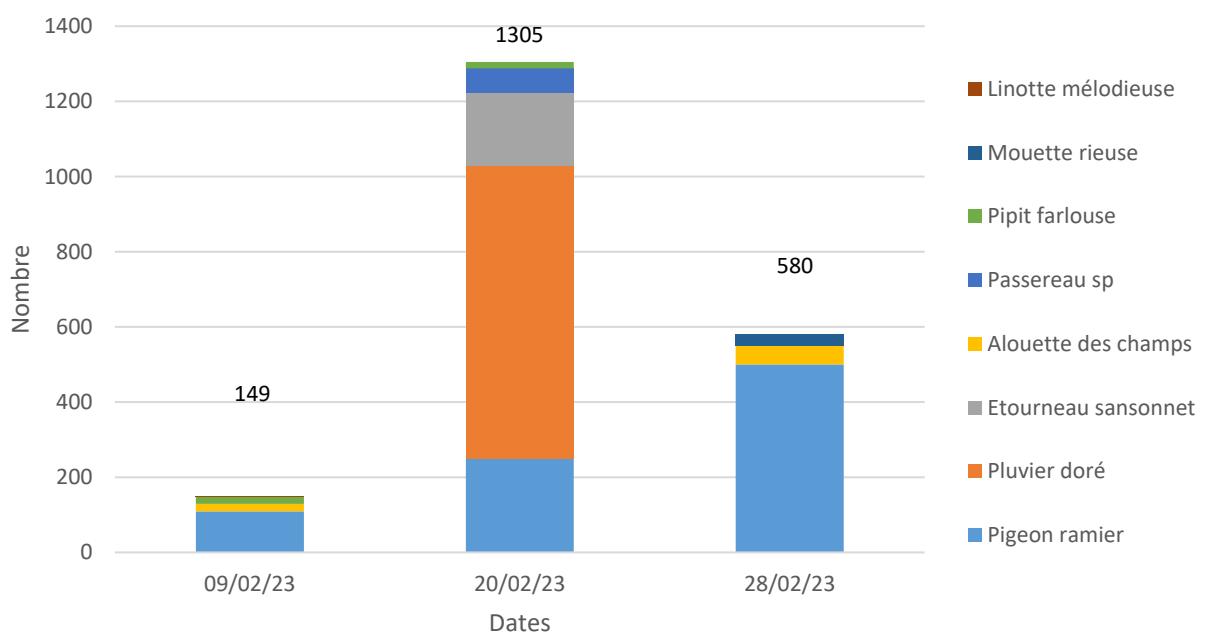
Graphique 1 : Espèces rencontrées sur le parc éolien du Gâtinais, en migration prénuptiale en 2023.

Au total, 8 espèces/groupes d'espèces ont été observées en migration prénuptiale (Graphique 1). L'espèce la plus représentée est le Pigeon ramier qui représente 42,25% soit près de la moitié des effectifs, suivie de près par le Pluvier doré qui représente 38,37%. Ces deux espèces représentent à elles seules plus de 80% des effectifs recensés.

Le bilan des flux journaliers (Graphique 2) nous montre l'activité migratoire sur le parc éolien du Gâtinais sur le mois de février. Le pic maximal a été enregistré le 20/02/2023 avec 1 305 contacts alors que le 09/02/2023 il y a eu 149 contacts.

Avec **2 034 contacts** sur 3 sorties de 12 heures au total, le flux journalier est de 678 contacts alors que le flux horaire est de 169,5 contacts.

Flux journalier de la migration prénuptiale sur le parc éolien du Gâtinais en 2023



Graphique 2 : Flux journalier de la migration prénuptiale du printemps 2023 sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais.

III.2.2. Hauteur des vols

Les individus changeant d'altitude en cours d'observation sont comptabilisés dans les différentes catégories (Graphique 3).

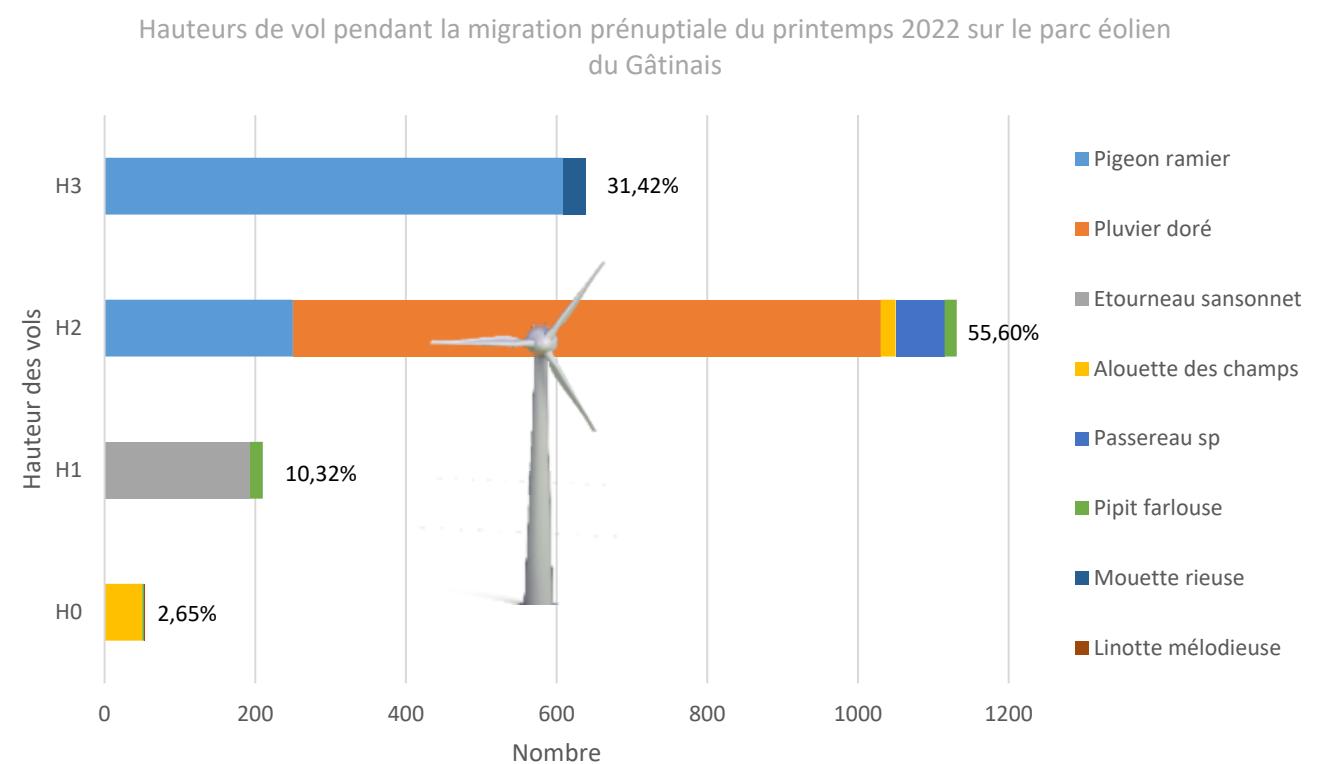
Les effectifs sont composés à 31,42% d'oiseaux volant au-dessus de la hauteur des pales des éoliennes (H3), 10,32% volant en-dessous de la hauteur des pales et 2,65% étant au sol ou en halte (Graphique 2). Ce sont principalement les Pluviers dorés et les Pigeons ramiers qui ont été observés à hauteur de pale.

Concernant le risque de collision, lors de la période prénuptiale, 55,60% des trajectoires ont été identifiées à hauteur de pales (H2). Parmi ces individus, on recense :

- 780 Pluviers dorés (100% de l'effectif de cette espèce),
- 250 Pigeons ramiers (29,10% de l'effectif de cette espèce),
- 65 Passereaux sp (100% de l'effectif de cette espèce),
- 20 Alouettes des champs (28,57% de l'effectif de cette espèce),
- 16 Pipits farlouses (44,44% de l'effectif de cette espèce).

¹ Sites internet de l'IUCN (<https://iucn.fr/liste-rouge-mondiale/> et <https://iucn.fr/liste-rouge-france/>)

² Site internet de l'INPN (<https://inpn.mnhn.fr/reglementation/protection/listeEspeciesParArrete/713>)



Graphique 3 : Hauteurs de vol pendant la migration prénuptiale du printemps 2023 sur le parc éolien du Gâtinais.

$H0 = \text{repos}$, $H1 = 0\text{-}45\text{ m}$, $H2 = 45\text{-}145\text{ m}$, $H3 = 145\text{-}250\text{ m}$ et $H4 > 250\text{ m}$.

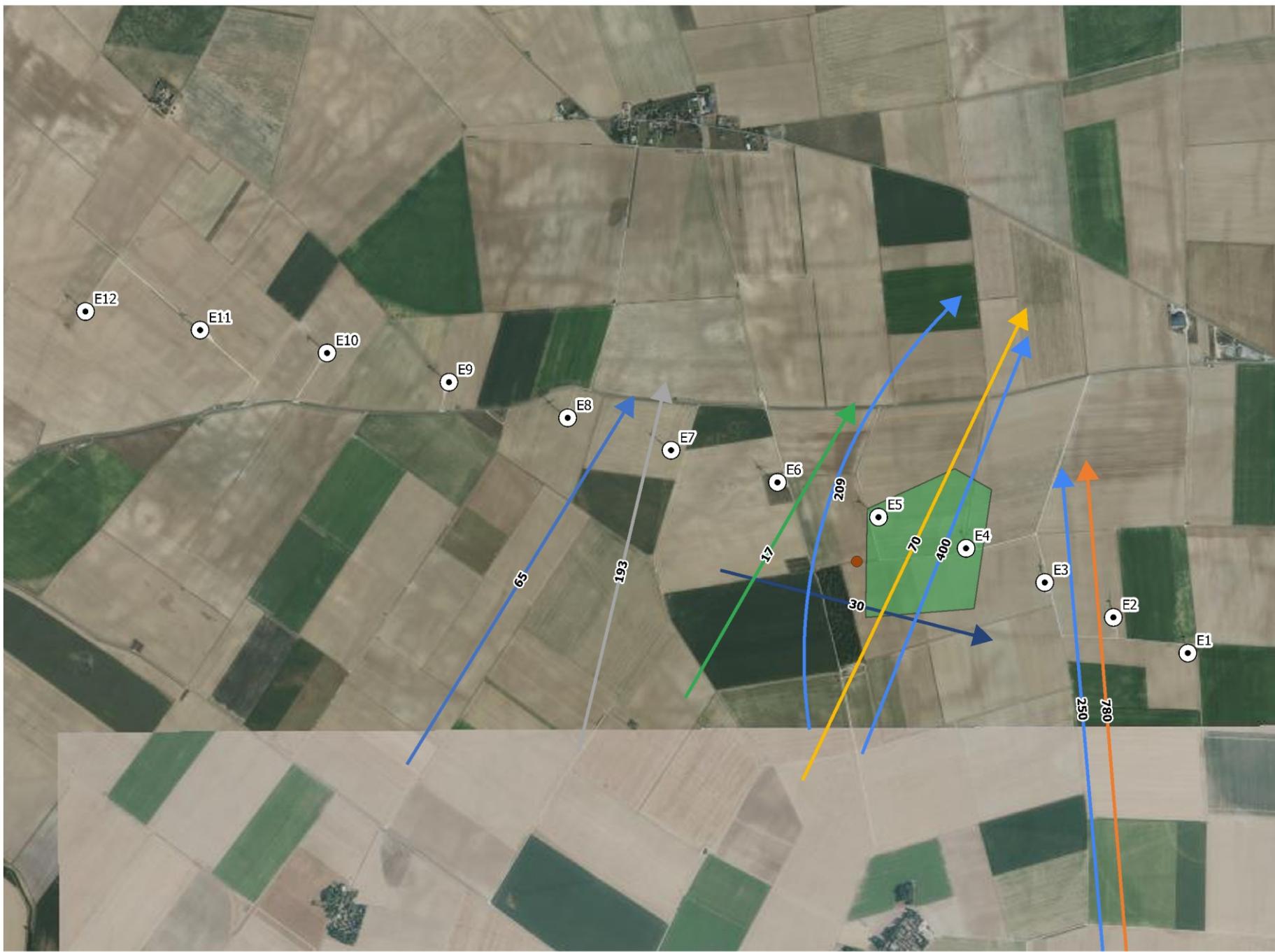
⇒ Migration prénuptiale

Les inventaires menés au cours de la migration prénuptiale au printemps 2023 sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais ne dévoilent la présence d'aucune espèce à forte valeur patrimoniale sur les sept espèces recensées.

Le parc éolien du Gâtinais présente une activité migratoire prénuptiale qui semble assez élevée en 2023 avec 2 034 contacts au total, avec un flux horaire moyen de 169,5 contacts/heure, avec des effectifs de Pluviers dorés et de Pigeons ramiers importants (plus de 80% des effectifs) et un flux journalier relativement important (678 contacts/jour en moyenne). Les vols à hauteur de pales représentent près de 55,60% des effectifs recensés durant ces suivis, à l'origine de risques de collisions sur le parc du Gâtinais pour les oiseaux pendant cette période. Minoritairement, le reste des espèces vole plus bas. On note que les passages s'effectuent au niveau de la partie Est du parc éolien.



Avifaune migratrice prénuptiale Parc éolien du Gâtinais Loiret (45) et Seine-et-Marne (77), Centre-Val de Loire et Île de France



- Localisation des éoliennes
- En vol migratoire
 - Pigeon ramier
 - Pluvier doré
 - Etourneau sansonnet
 - Alouette des champs
 - Passereau sp
 - Pipit farlouse
 - Mouette rieuse
- En halte migratoire
 - Pipit farlouse x19
 - Linotte mélodieuse x1



0 500 1 000 m

Carte 6 : Localisation des contacts de l'avifaune migratrice prénuptiale, au printemps 2023, sur le parc éolien du Gâtinais.

III.3. Résultats du suivi de l'avifaune en migration postnuptiale

III.3.1. Espèces recensées et effectifs

Il est toujours assez difficile d'être catégorique sur le statut biologique de ces oiseaux alors parfois observés en halte. Cependant, les dates des contacts, les comportements, et quelques fois l'absence d'autre contact à d'autres périodes de l'année permettent de conclure qu'il s'agit bien d'oiseaux migrateurs. Le Tableau 8 : Statuts de protection et synthèse des espèces migratrices rencontrées lors de la migration postnuptiale en 2022 sur l'aire d'étude du parc éolien du Gâtinais. Tableau 8 présente les 10 espèces/groupes d'espèces migratrices rencontrées sur l'aire d'étude au cours de l'automne 2022, ainsi que leurs effectifs et statuts de protection (statut uicn de passage).

Espèces		Effectif	Représentation en %	LR Europe ¹	LR France ¹	Protégée ³	Menacée
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	500	64,60%	LC	NA	Non	Non
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	77	9,95%	VU	NA	Oui	Oui
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	60	7,75%	LC	NA	Non	Non
Goéland sp	<i>Larus sp.</i>	47	6,07%	-	-	-	-
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	44	5,68%	LC	-	Oui	Non
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	29	3,75%	LC	NA	Oui	Non
Hirondelle sp.		7	0,90%	-	-	-	-
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	6	0,78%	LC	-	Non	Non
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	3	0,39%	LC	NA	Oui	Non
Balbuzard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>	1	0,13%	LC	LC	Oui	Oui

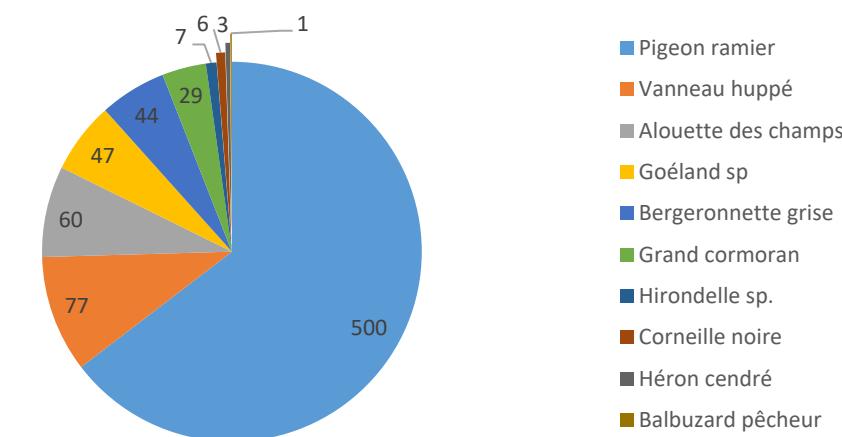
Tableau 8 : Statuts de protection et synthèse des espèces migratrices rencontrées lors de la migration postnuptiale en 2022 sur l'aire d'étude du parc éolien du Gâtinais.

Une espèce possède une valeur patrimoniale :

- Le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), classé « Vulnérable » à l'échelle européenne.

Au total, 10 espèces/groupes d'espèces ont été observées en migration (Graphique 4). Le groupe d'oiseau le plus représenté est celui du Pigeon ramier, représentant 64,60% des effectifs, soit près de deux tiers des effectifs. Viennent ensuite le Vanneau huppé (9,95%), l'Alouette des champs (7,75%). Le Balbuzard pêcheur a été contacté 1 seule fois en 2022.

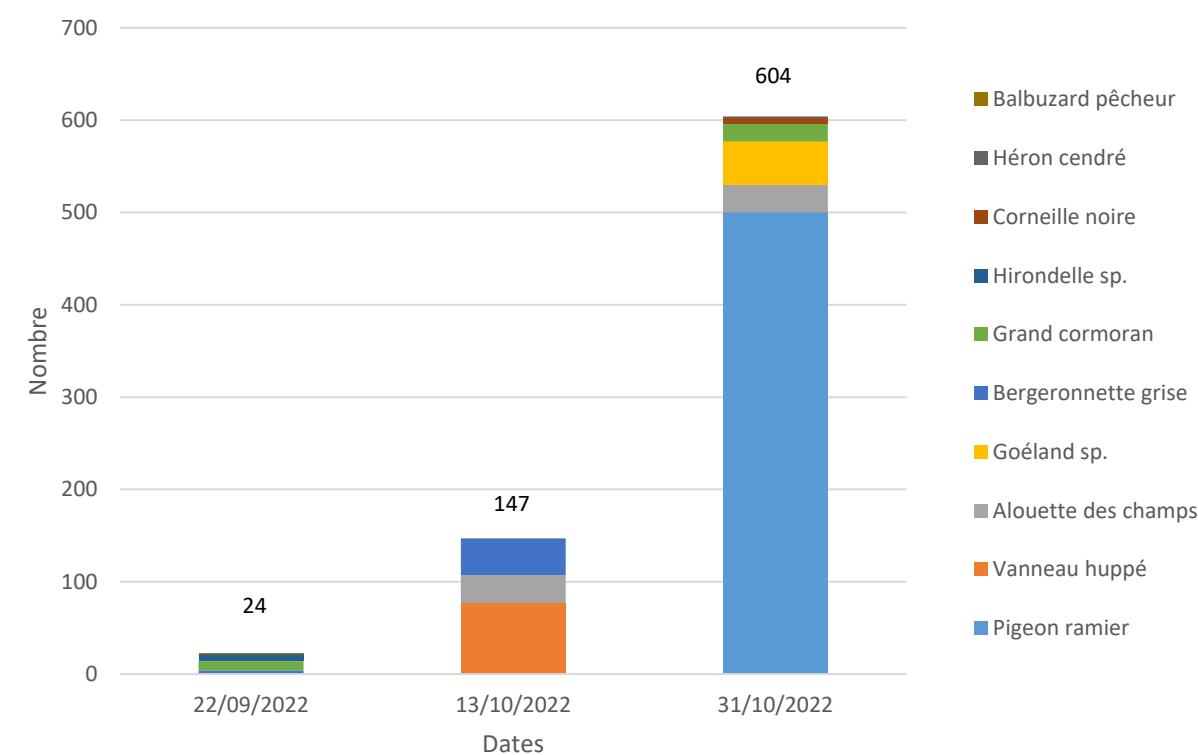
Espèces rencontrées sur le parc éolien du Gâtinais en 2022 lors de la migration prénuptiale



Graphique 4 : Flux journalier des autres espèces rencontrées lors de la migration postnuptiale en 2022 sur le parc éolien du Gâtinais

Contrairement à la migration prénuptiale, le flux journalier de la migration postnuptiale est moins diffus avec les principales observations à partir de fin-octobre notamment avec de nombreux passages de Pigeon ramier. Avec 77 contacts sur 3 sorties de 12 heures au total, le flux journalier est de 258 contacts alors que le flux horaire est de 64,5 contacts.

Flux journalier de la migration postnuptiale sur le parc éolien du Gâtinais en 2022



Graphique 5 : Principales espèces rencontrées sur le parc éolien du Gâtinais, en migration postnuptiale en 2022.

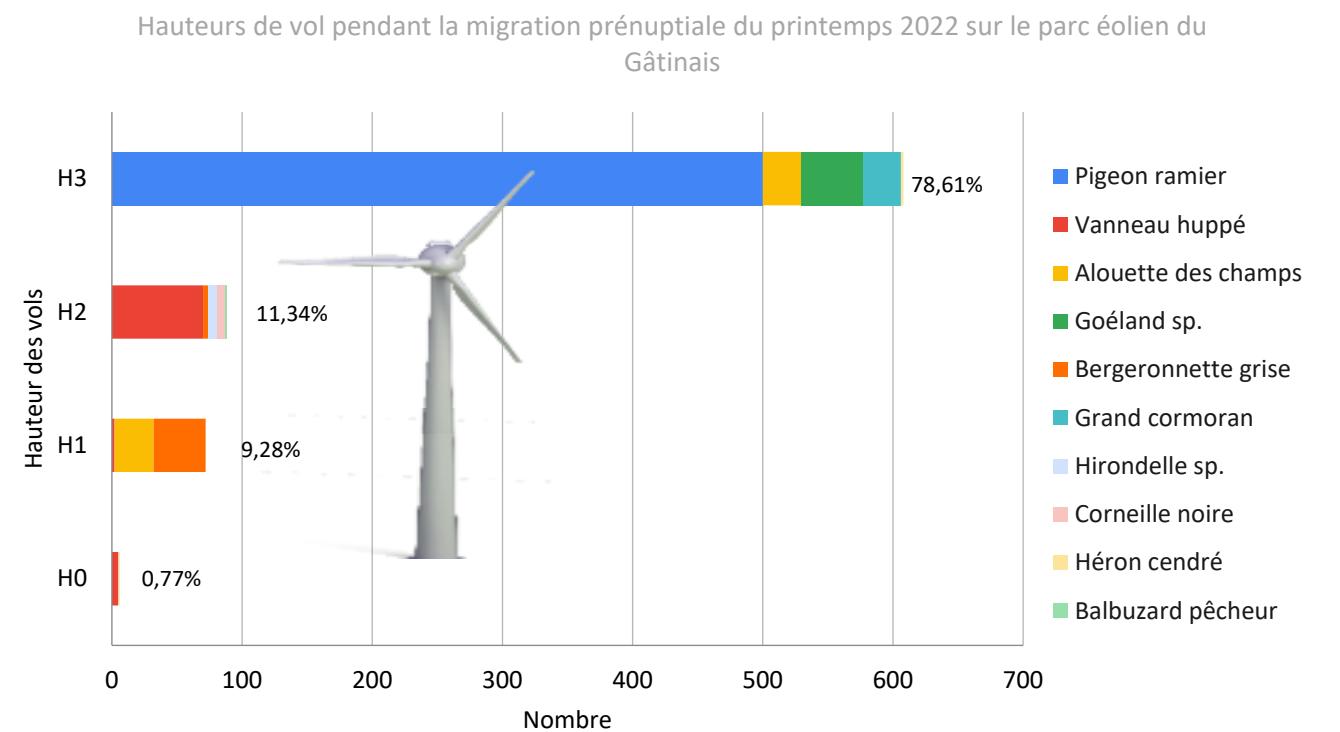
III.3.2. Hauteurs de vol

Les individus changeant d'altitude en cours d'observation sont comptabilisés dans les différentes catégories (Graphique 6).

Les effectifs sont composés à 78,61% d'oiseaux volant au-dessus de la hauteur des pales des éoliennes, 9,28% volant en-dessous de la hauteur des pales et 0,77% étant au sol ou en halte (Graphique 6). Ce sont principalement les Vanneaux huppés qui ont été observés à hauteur de pale.

Concernant le risque de collision, lors de la période prénuptiale, 11,34% des trajectoires ont été identifiées à hauteur de pales (H2). Parmi ces individus, on recense :

- 70 Vanneaux huppés (90,91% de l'effectif de cette espèce),
- 7 Hirondelles indéterminées (100% de l'effectif de cette espèce),
- 6 Corneilles noires (100% de l'effectif de cette espèce),
- 4 Bergeronnettes grises (9,09% de l'effectif de ce groupe),
- 1 Balbuzard pêcheur (100% de l'effectif de cette espèce).



Graphique 6 : Hauteurs de vol des espèces rencontrées lors la migration postnuptiale de 2022 sur le parc éolien du Gâtinais.

$H0 = \text{repos}$, $H1 = 0\text{-}45\text{ m}$, $H2 = 45\text{-}145\text{ m}$, $H3 = 145\text{-}250\text{ m}$ et $H4 > 250\text{ m}$.

⇒ Migration postnuptiale

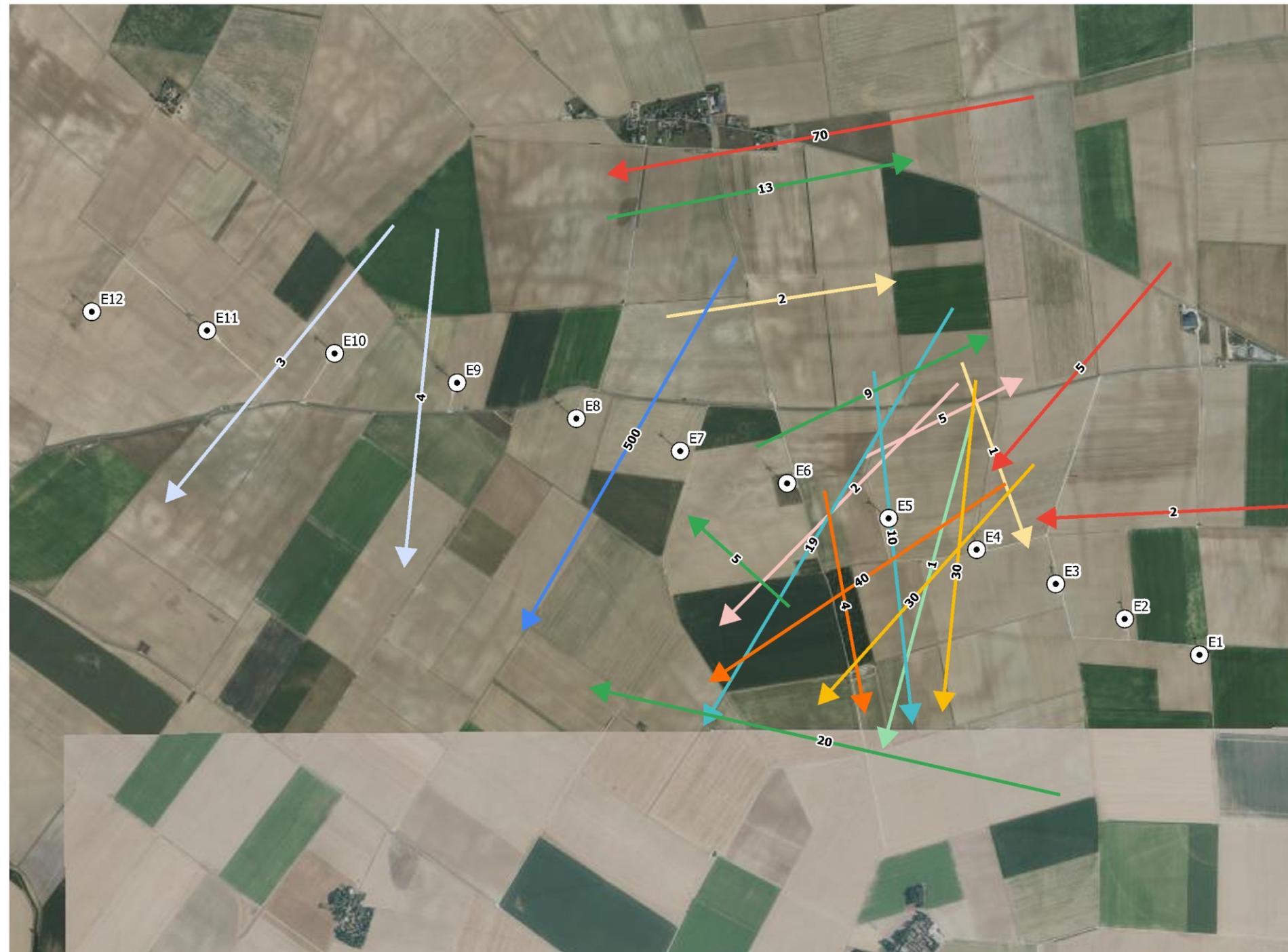
Les inventaires menés au cours de la migration postnuptiale sur l'ensemble de l'aire d'étude du parc éolien du Gâtinais dévoilent la présence de 10 espèces/groupes d'espèces en migration dont une possédant une valeur patrimoniale importante : le **Vanneau huppé** (*Vanellus vanellus*) contacté 77 fois lors de cette période.

Au même titre que pour la migration prénuptiale, le Pigeon ramier représente la majorité des contacts avec 64,60% des effectifs. Les contacts de rapaces sont moindres avec un contact de Balbuzard pêcheur obtenu le 22/09/2022.

Le parc éolien du Gâtinais présente une activité migratoire postnuptiale plutôt modérée en 2022, avec un flux horaire de 64,5 contacts/heure, avec et un flux journalier moyen de 258 contacts/sortie et avec des hauteurs de vol qui semblent peu à risque avec 11,34% des effectifs volant à hauteur de pale. Les risques de collision pour les oiseaux sont donc plutôt faibles durant cette période.

On note que l'activité migratoire se fait plutôt sur la partie Est du parc suivant une orientation nord-est / sud-ouest. On note tout de même un passage de 500 Pigeons ramiers au centre du parc entre les éoliennes E7 et E8.

Avifaune migratrice postnuptiale Parc éolien du Gâtinais Loiret (45) et Seine-et-Marne (77), Centre-Val de Loire et Île de France



SensOfLife 2023. Fond de carte : geoportail.gouv.fr

Les chiffres correspondent au nombre d'individus.

Carte 7 : Localisation des contacts de l'avifaune migratrice postnuptiale, à l'automne 2022, sur le parc éolien du Gâtinais.

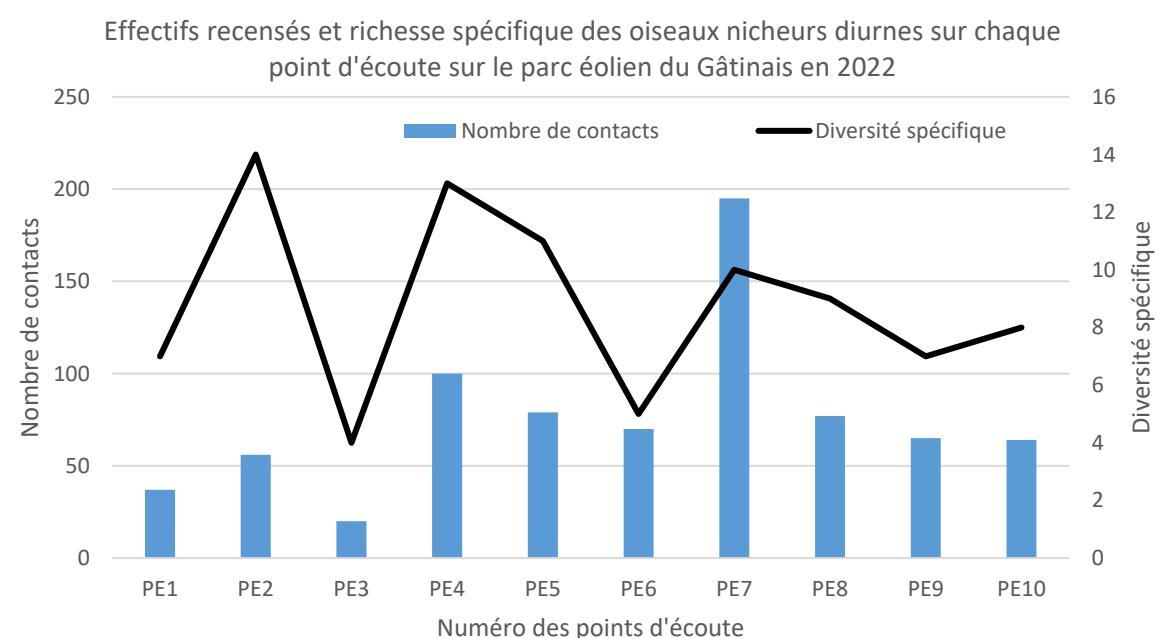


0 500 1 000 m

III.4. Résultats du suivi de l'avifaune nicheuse

III.4.1. Contacts d'oiseaux nicheurs diurnes

Au cours des suivis effectués sur ces points d'écoute, 26 espèces d'oiseaux diurnes et un oiseau indéterminé ont été identifiées (Tableau 9). Les espèces inventoriées sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais (Tableau 11) font partie du cortège d'espèces inféodées aux paysages agricoles, le site étant entouré de plaines cultivées et de quelques zones bâties : **Alouette des champs**, **Corbeau freux**, **Corneille noire** **Fauvette** et **Pigeon ramier**. L'échantillon des points d'observation et d'écoute est basé sur des positions au sein de l'aire d'étude immédiate du parc répartis de façon à échantillonner l'emprise du parc éolien du Gâtinais.



Graphique 7 : Nombre d'oiseaux nicheurs rencontrés sur le parc éolien du Gâtinais, au printemps 2022.

On note une diversité spécifique moyenne de 8,8 espèces/point d'écoute sur le parc éolien du Gâtinais. Les points d'écoute dont la richesse spécifique est la plus élevée sont les PE n°2 (14 espèces) et n°4 (13 espèces).

La synthèse des contacts du Tableau 9 indique que les trois espèces les plus communes sur le parc éolien du Gâtinais sont l'**Etourneau sansonnet** (*Sturnus vulgaris*), le **Goéland leucophée** (*Larus michahellis*) et le **Corbeau freux** (*Corvus frugilegus*). Sont bien représentés également, l'**Alouette des champs** (*Alauda arvensis*), la **Corneille noire** (*Corvus corone*) et le **Pigeon ramier** (*Columba palumbus*).

Espèces	Numéro des points d'écoute										Contacts cumulés	Densité	Fréquence relative
	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6	PE7	PE8	PE9	PE10			
Alouette des champs	6	2		1	17	2	15	3	12		58	7,72	80%
Bergeronnette grise				1							1	0,13	10%
Bergeronnette printanière	7	6	1	10		2	9	4			39	5,19	70%
Bruant proyer	2	2	2			3		1			10	1,33	50%
Busard sp						1					1	0,13	10%
Buse variable	3	1	1	1		2	3		3		14	1,86	70%
Chardonneret élégant	1		6								7	0,93	20%
Corbeau freux	9	3				33	9	13	1		68	9,05	60%
Corneille noire	1			6		3	5	40			55	7,32	50%

Espèces	Numéro des points d'écoute										Contacts cumulés	Densité	Fréquence relative
	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6	PE7	PE8	PE9	PE10			
Etourneau sansonnet				18	40		138			40	236	31,42	40%
Faucon crécerelle		5		2							7	0,93	20%
Goéland leucophée			15	4	3	50	1	22	1		96	12,78	70%
Héron cendré					1						1	0,13	10%
Hirondelle de fenêtre	12	7		4							23	3,06	30%
Hirondelle rustique		7									7	0,93	10%
Linotte mélodieuse				6							6	0,80	10%
Mésange bleue					1						1	0,13	10%
Moineau domestique	5	4		27							36	4,79	30%
Mouette rieuse						1					1	0,13	10%
Œdicnème criard									1		1	0,13	10%
Perdrix grise		2			8					2	12	1,60	30%
Pie bavarde				3							3	0,40	10%
Pigeon biset						1	1	1			3	0,40	30%
Pigeon ramier	4	4		16	6	1	10	3	3	4	51	6,79	90%
Pouillot vêloce		1									1	0,13	10%
Tourterelle turque		3		10							13	1,73	20%
Vanneau huppé					2			10			12	1,60	20%
Total	37	56	20	100	79	70	195	77	65	64	751		
Diversité spécifique	7	14	4	13	11	5	10	9	7	8		8,8	

Tableau 9 : Nombre de contacts par espèce et par point d'écoute des oiseaux nicheurs sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.

III.4.2. Contacts d'oiseaux nicheurs nocturnes

Tous les points d'écoutes sont situés en région Île-de-France exceptés les points d'écoute n°8 et 9 qui sont situés en région Centre-Val de Loire (données importantes pour connaître le statut UICN de l'espèce). Lors des trois sorties nocturnes effectuées (30/06, 01/08 et 17/08/2022), sur le parc éolien du Gâtinais, 10 points d'écoutes avec repasse ont été effectués. Le **Petit-duc scops** a été recensée une seule fois à proximité du point d'écoute n°10 (Île-de-France), la **Chevêche d'Athéna** a été recensée à proximité des points d'écoutes n°1, 2, 4 et 5 (soit en Île-de-France) puis l'**Effraie des clochers** à proximité des points n°1, 3 et 8 (soit en Île-de-France et en Centre-Val de Loire).

Espèces		Directive Oiseaux (Annexe)	LR Europe ¹	LR France ¹	LR Île-de-France ²	LR Centre-Val de Loire ³	Protégée ⁴	Menacée
Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i>	-	LC	LC	NT	NT	Oui	Non
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	-	LC	LC	VU	NT	Oui	Oui
Petit-duc scops	<i>Otus scops</i>	-	LC	LC	RE	CR	Oui	Non

Tableau 10 : Statuts de conservation des espèces nicheuses nocturnes rencontrées sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.

III.4.3. Espèces patrimoniales recensées

Parmi les espèces nicheuses (diurnes et nocturnes) contactées au sein et aux alentours du parc éolien du Gâtinais, certaines ont des statuts patrimoniaux plus ou moins importants (Tableau 11). Treize espèces ont une forte valeur patrimoniale (soit 45 % des espèces contactées) :

- Le **Petit-duc scops**, « **Eteint au niveau Régional** » en Île-de-France ;
- Le **Bruant proyer** « **En Danger** » en Île-de-France ;
- La **Linotte mélodieuse**, « **Vulnérable** » en Île-de-France et à l'échelle nationale ;
- Le **Goéland leucophée**, « **Vulnérable** » dans le Centre-Val de Loire ;
- L'**Alouette des champs**, « **Vulnérable** » en Île-de-France ;
- L'**Effraie des clochers**, « **Vulnérable** » en Île-de-France ;
- L'**Hirondelle rustique**, « **Vulnérable** » en Île-de-France ;
- Le **Moineau domestique**, « **Vulnérable** » en Île-de-France ;
- L'**Œdicnème criard**, « **Vulnérable** » en Île-de-France ;
- La **Perdrix grise**, « **Vulnérable** » en Île-de-France ;
- Le **Vanneau huppé**, « **Vulnérable** » en Île-de-France ;
- Le **Chardonneret élégant**, « **Vulnérable** » à l'échelle nationale ;
- Et le **Corbeau freux**, « **Vulnérable** » à l'échelle européenne ;

Le statut patrimonial important en région Centre-Val de Loire de la **Mouette rieuse**, du **Petit-duc scops** et de du **Vanneau huppé** n'est pas pris en compte car ils n'ont été observés qu'en région Île-de-France.

Espèces		Directive Oiseaux (Annexe)	LR Europe ¹	LR France ¹	LR Île-de-France	LR Centre-Val de Loire	Protégée ³	Menacée
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	II/2	LC	NT	VU	NT	Non	Non
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	-	LC	LC	NT	LC	Oui	Non
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	-	LC	LC	NT	LC	Oui	Non
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	-	LC	LC	EN	NT	Oui	Non
Busard sp		-	-	-	-	-	-	-
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	-	LC	LC	LC	LC	Oui	Non
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	-	LC	VU	NT	LC	Oui	Oui
Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i>	-	LC	LC	NT	NT	Oui	Non
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	II/2	VU	LC	LC	LC	Non	Non
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	II/2	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	-	LC	LC	VU	NT	Oui	Oui
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	II/2	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	-	LC	NT	NT	LC	Oui	Non
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	-	LC	LC	NA	VU	Oui	Non
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	-	LC	LC	LC	LC	Oui	Non
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	-	LC	NT	NT	LC	Oui	Non
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	-	LC	NT	VU	LC	Oui	Non
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	-	LC	VU	VU	NT	Oui	Oui
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	-	LC	LC	LC	LC	Oui	Non
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	-	LC	LC	VU	LC	Oui	Non
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	II/2	LC	NT	LC	EN	Oui	Non
Œdicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	I	LC	LC	VU	LC	Oui	Non
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	II/1 et III/1	LC	LC	VU	NT	Non	Non
Petit-duc scops	<i>Otus scops</i>	-	LC	LC	RE	CR	Oui	Non
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	II/2	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	II/1	LC	DD	LC	NE	Oui	Non
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	II/1 et III/1	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	-	LC	LC	LC	LC	Oui	Non
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	II/2	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	II/2	VU	NT	VU	VU	Oui	Oui

Tableau 11 : Statuts de conservation des espèces nicheuses rencontrées sur le parc éolien du Gâtinais.

III.4.4. Hauteur des vols

Les individus changeant d'altitude en cours d'observation sont comptabilisés dans les différentes catégories (Tableau 12).

Concernant les hauteurs de vol non critiques, 63,91% des contacts ont été observés perchés ou posés au sol (H0), 11,55% des trajectoires ont été observées en-dessous de la zone de rotation des pales (H1) alors que 2,23% des contacts ont été enregistrés au-dessus de la hauteur des pales (H3-H4). Lors d'un dérangement, les espèces en halte sur le site peuvent s'envoler, montant parfois au-dessus du seuil de risque. Néanmoins, le caractère ponctuel de ce comportement, ainsi que sa courte durée, limitent le risque de collision.

Hauteur des vols	H0 = repos	H1 = 0 à 45 m	H2 = 45 à 145 m	H3 = 145 m à 250 m
Nombre de contacts	487	88	170	17
Proportion de contacts	63,91%	11,55%	22,31%	2,23%

Tableau 12 : Nombre de contacts par rapport à la hauteur des vols des oiseaux nicheurs sur le parc éolien du Gâtinais.

Concernant le risque de collision, lors de la période de nidification, 22,31% des trajectoires ont été identifiées à hauteur de pales (H2). Le détail du nombre et des espèces retrouvées à ces hauteurs sont indiqués dans le Tableau 13 ci-dessous.

Espèces	Nombre de contacts	Représentation en % par rapport aux oiseaux nicheurs volants à hauteur de pales (170) (Tableau 12).	Représentation en % par rapport au nombre de contacts total (Tableau 9).
Etourneau sansonnet	87	51,18%	36,86%
Corneille noire	21	12,35%	38,18%
Corbeau freux	20	11,76%	29,41%
Pigeon ramier	18	10,59%	35,29%
Hirondelle de fenêtre	11	6,47%	47,83%
Faucon crécerelle	6	3,53%	85,71%
Goéland leucophée	4	2,35%	4,17%
Mouette rieuse	1	0,59%	100,00%
Pigeon biset	1	0,59%	33,33%
Busard sp	1	0,59%	100,00%

Tableau 13 : Espèces nicheuses recensées volants à hauteur de pales (H2) sur le parc éolien du Gâtinais.

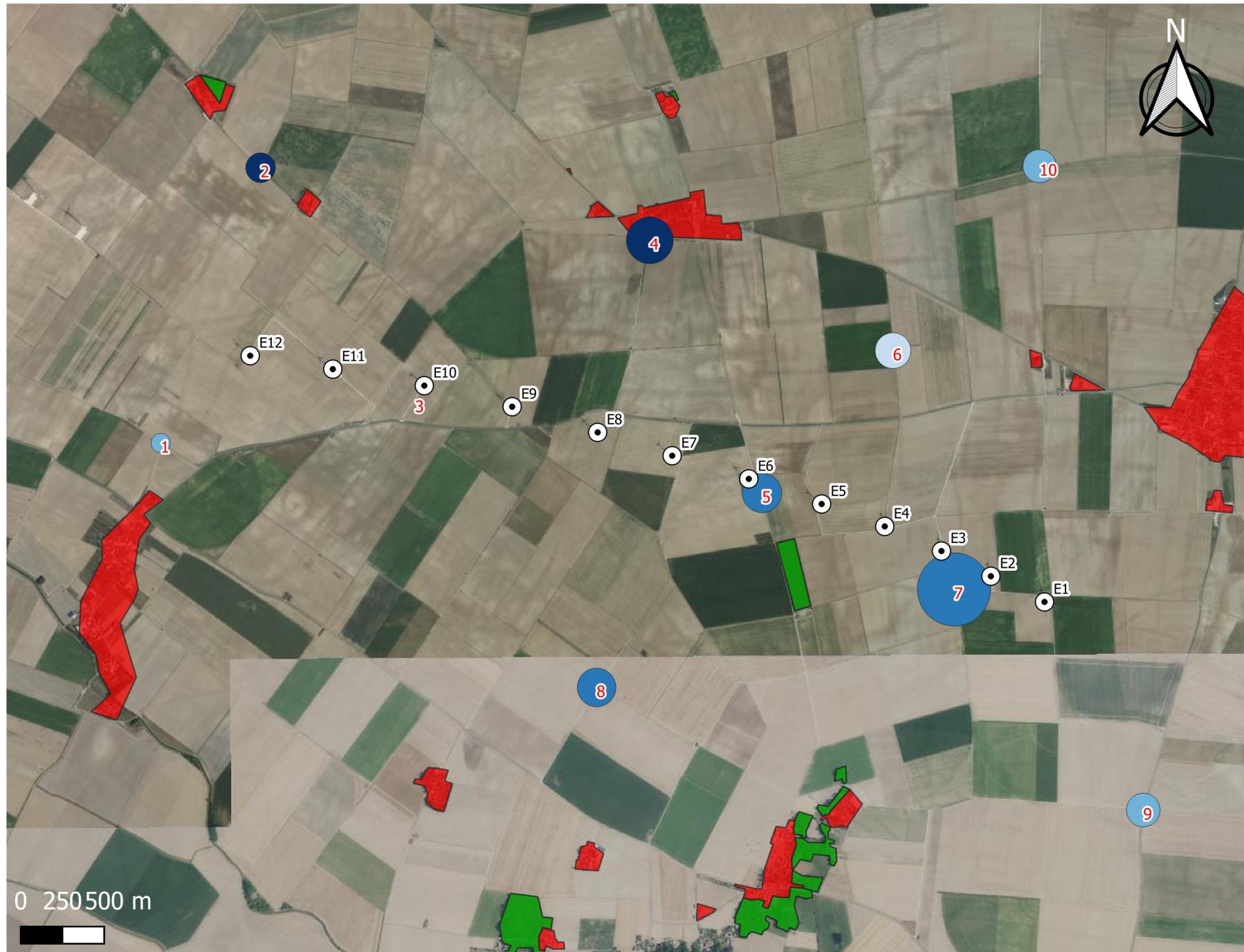
⇒ Avifaune nicheuse

Au total, 26 espèces d'oiseaux diurnes et 3 nocturnes ont été observées en période de nidification sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022, avec une diversité spécifique moyenne de 8,8 espèces/PE. Les espèces à forts enjeux patrimoniaux sont : le **Petit-duc scops** (classé « **Eteint au niveau Régional** » en Île-de-France), le **Bruant proyer** (« **En Danger** » en Île-de-France), la **Linotte mélodieuse** (« **Vulnérable** » en Île-de-France et à l'échelle nationale), le **Goéland leucophée**, (« **Vulnérable** » dans le Centre-Val de Loire), l'**Alouette des champs** (« **Vulnérable** » en Île-de-France), l'**Effraie des clochers** (« **Vulnérable** » en Île-de-France), l'**Hirondelle rustique**, (« **Vulnérable** » en Île-de-France), le **Moineau domestique** (« **Vulnérable** » en Île-de-France), l'**Œdicnème criard** (« **Vulnérable** » en Île-de-France), la **Perdrix grise** (« **Vulnérable** » en Île-de-France), le **Vanneau huppé** (« **Vulnérable** » en Île-de-France), le **Chardonneret élégant** (« **Vulnérable** » à l'échelle nationale) et le **Corbeau freux** (« **Vulnérable** » à l'échelle européenne).

Trois espèces de nicheurs nocturnes ont été recensés en période de nidification sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022 : la **Chevêche d'Athéna**, l'**Effraie des clochers** et le **Petit-duc scops**.



Avifaune nicheuse Parc éolien du Gâtinais Loiret (45) et Seine-et-Marne (77) Centre-Val de Loire et Île-de-France



SensOfLife 2023. Fond de carte : geoportail.gouv.fr

Carte 8 : Localisation des principaux contacts de l'avifaune nicheuse, au printemps 2022, sur le parc éolien du Gâtinais.

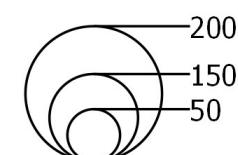


○ Localisation des éoliennes

Diversité spécifique

- 4 - 4
- 4 - 5
- 5 - 8
- 8 - 11
- 11 - 14

Effectifs des oiseaux contactés



Habitats

- Zone bâtie
- Boisement

III.5. Synthèse des espèces recensées sur le parc éolien du Gâtinais

III.5.1. Patrimonialité de l'avifaune recensée en 2022

Pour les espèces contactées uniquement en période de migration, le statut UICN correspond à celui des oiseaux « de passage » alors que les espèces contactées en période interruptiale ou en période de reproduction, il faut se référer au statut UICN « nicheur ».

Parc éolien du Gâtinais - 39 espèces dont 15 à forte valeur patrimoniale												
Espèces	Statut	Berne	Bonn	DO	AEWA	LR Europe	LR France	LR Île-de-France	LR Centre-Val de Loire	Protégée	Menacée	
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	N/M/I	-	-	-	LC	NT	NT	VU	Non	Non	
Balbuzard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>	M	III	II	I	-	LC	VU	-	Oui	Oui	
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	N	II	-	-	-	LC	LC	NT	Oui	Non	
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	N/M	II	-	-	-	LC	LC	NT	LC	Oui	Non
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	N	III	-	-	-	LC	LC	EN	NT	Oui	Non
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	I	III	II	I	-	LC	LC	VU	NT	Oui	Non
Busard sp.	<i>Circus sp</i>	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	N/I	III	-	-	-	LC	LC	LC	LC	Oui	Non
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	N	II	-	-	-	LC	VU	NT	LC	Oui	Oui
Chevêtre d'Athena	<i>Athene noctua</i>	N	II	-	-	-	LC	LC	NT	NT	Oui	Non
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	N/I	-	-	-	-	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	N/M/I	-	-	-	-	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	N	II	-	-	-	LC	LC	VU	NT	Oui	Oui
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	I	III	II	-	-	LC	LC	LC	LC	Oui	Non
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	N/M/I	-	-	-	-	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	I	III	-	II/1, III/1	-	LC	LC	LC	NE	Non	Non
Faucon crécerelle	<i>Falco tinunculus</i>	N/I	II	II	-	-	LC	NT	NT	LC	Oui	Non
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	I	-	-	II/2	-	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	N	III	-	-	-	LC	LC	NA	VU	Oui	Non
Goéland sp		M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	M	III	-	-	Oui	LC	LC	LC	NA	Oui	Non
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	N/M	III	-	-	Oui	LC	LC	LC	LC	Oui	Non
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	N	II	-	-	-	LC	NT	NT	LC	Oui	Non
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	N	II	-	-	-	LC	NT	VU	LC	Oui	Non
Hirondelle sp		M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	N/M	II	-	-	-	LC	VU	VU	NT	Oui	Oui
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	I	III	-	II/2	-	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	N	II	-	-	-	LC	LC	LC	LC	Oui	Non
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	N	-	-	-	-	LC	LC	VU	LC	Oui	Non
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	N/M	III	-	II	Oui	LC	NT	EN	LC	Oui	Non
Oedicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	N	II	II	I	-	LC	LC	VU	LC	Oui	Non
Passereau sp		M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	N	-	-	-	-	LC	LC	VU	NT	Non	Non
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	I	III	-	II/1, III/1	-	NT	LC	DD	LC	Non	Non
Petit-duc scops	<i>Otus scops</i>	N	II	-	-	-	LC	LC	RE	CR	Oui	Non
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	N	-	-	-	-	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	N	III	-	II	-	LC	DD	LC	NE	Oui	Non
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	N/M/I	-	-	-	-	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	M	II	-	-	-	NT	NA	-	-	Oui	Oui

Parc éolien du Gâtinais - 39 espèces dont 15 à forte valeur patrimoniale													
Espèces	Statut	Berne	Bonn	DO	AEWA	LR Europe	LR France	LR Île-de-France	LR Centre-Val de Loire	LR île-de-France	LR Centre-Val de Loire	Protégée	Menacée
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	M	III	II	I, II/2, III/2	Oui	LC	LC	-	-	-	Oui	Non
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	N	III	-	-	-	LC	LC	LC	LC	LC	Oui	Non
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	N	-	-	-	-	LC	LC	LC	LC	LC	Non	Non
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	N/M	III	II	I	Oui	VU	NT	VU	VU	VU	Oui	Oui

Tableau 14 : Statuts, degrés de protection et patrimonialité de l'avifaune sur le parc éolien du Gâtinais.

*I = Interruptial, N = Nicheur, M = Migrateur.

Important : le statut UICN utilisé pour les oiseaux non nicheurs est dit « de passage ».

Légende :

Berne/Bonn = Convention de Berne / Convention de Bonn

AEWA = Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie

DO = Directive Oiseaux (1979)

I : Espèce inscrite dans l'annexe I de la Directive "Oiseaux"

II : Espèce inscrite dans l'annexe II de la Directive "Oiseaux"

LR Europe/France = Liste rouge Européenne/Française (2017)

CR : En danger critique

EN : En danger

VU : Vulnérable

NT : Quasi menacée

LC : Préoccupation mineure

DD : Données insuffisantes

NA : Non applicable

NE : Non évalué

LR Région = Liste rouge régionale Limousin (2015, validée par le CSRPN et l'IUCN)

RE : Disparue au niveau régional

CR : En danger critique

EN : En danger

VU : Vulnérable

NT : Quasi menacée

LC : Préoccupation mineure

DD : Données insuffisantes

NA : Non applicable

NE : Non évalué

III.5.2. Calcul de la note de risque

Pour les oiseaux, la note de **sensibilité** à l'activité éolienne est déterminée en fonction de la mortalité européenne constatée (Dürr, 2022), pondérée par l'abondance relative de l'espèce, c'est-à-dire le nombre de couple nicheurs (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.

Ensuite, 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 (Tableau 15) 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.

Le Tableau 16 indique les espèces recensées sur le parc éolien du Gâtinais selon leur sensibilité aux éoliennes, classées par indice de vulnérabilité.

Especes		Statut	Sensibilité	Vulnérabilité/ Note de risque
Balbuzard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>	M	3	3,5
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	I/N	3	3
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	N/M	2	2,5
Œdicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	N	2	2
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	I	2	2
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	I	2	2
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	N/M	2	2
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	I/N	2	2
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	N	2	2
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	N/M	1	2
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	N	1	2
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	M	0	2
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	N	0	2
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	N/M	0	2
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	N	1	1,5
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	I	1	1,5
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	I/N/M	1	1,5
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	N	1	1,5
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	N	1	1,5
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	N	1	1,5

Especes		Statut	Sensibilité	Vulnérabilité/ Note de risque
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	M	1	1,5
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	M	1	1,5
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	I	1	1,5
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	I/N/M	0	1,5
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	N	0	1,5
Petit-duc scops	<i>Otus scops</i>	N	0	1
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	I/N/M	0	1
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	I/N	0	1
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	I	0	1
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	N	0	1
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	N	0	1
Pouillot vénole	<i>Phylloscopus collybita</i>	N	0	1
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	N	0	1
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	N	0	1
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	I/N/M	0	1
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	I	0	1
Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i>	N	0	1
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	N/M	0	1
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	N	0	0,5

Tableau 16 : Statuts, degrés de protection et patrimonialité de l'avifaune sur le parc éolien du Gâtinais.

III.5.3. Détail des espèces les plus vulnérables recensées sur le parc éolien du Gâtinais

a) Rapaces

Dans notre cas, six espèces de rapaces (diurnes et nocturnes) présentant une note de risque supérieure ou égale à 2 ont été observées sur la zone d'emprise du parc éolien du Gâtinais : le **Balbuzard pêcheur**, le **Faucon crécerelle**, le **Busard Saint-Martin**, l'**Epervier d'Europe**, la **Buse variable** et l'**Effraie des clocher**. Ces espèces peu farouches seraient théoriquement surtout exposées au risque de collision et pourraient éventuellement être les plus exposées en période nuptiale. Elles auront d'autant plus de facilités à prendre conscience des obstacles dans leur environnement s'il s'agit d'individus sédentaires, habitués à la présence des éoliennes dans leur entourage.



Figure 3 : Balbuzard pêcheur (domaine public).

Le **Balbuzard pêcheur** (*Pandion haliaetus*) est inscrit en annexe III de la Convention de Berne, en annexe II de la Convention de Bonn et en annexe I de la Directive Oiseaux. Il est considéré comme menacé à l'échelle nationale. Cette espèce protégée reste relativement sensible aux éoliennes, avec **63 cas de mortalité recensés en Europe, dont 4 en France** (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne pour cette espèce (3,5/4,5).



Figure 4 : Faucon crécerelle (Sens Of Life).

Le **Faucon crécerelle** (*Falco tinnunculus*) est inscrit en annexe II de la Convention de Bonn et en annexe II de la Convention de Berne. Il est classé comme « Quasi-menacé » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de France, et comme « Quasi-Menacé » dans le Limousin. Cette espèce est très sensible aux éoliennes, avec 673 cas de mortalité recensés en Europe, dont 160 en France (Dürr, 2022). La note de risque est élevée (3/4,5).



Figure 5 : Busard Saint-Martin (domaine public).

Le **Busard Saint-Martin** (*Circus cyaneus*) est inscrit en annexe III de la Convention de Berne, en annexe II de la Convention de Bonn et en annexe I de la Directive Oiseaux. Il n'est considéré comme menacé ni à l'échelle européenne ni à l'échelle nationale. Cette espèce protégée est peu sensible aux éoliennes, avec **17 cas de mortalité recensés en Europe, dont 8 en France** (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne pour cette espèce (2/4,5).



Figure 6 : Epervier d'Europe (Sens Of Life).

L'**Epervier d'Europe** (*Accipiter nisus*) est inscrit en annexe II de la Convention de Bonn et en annexe III de la Convention de Berne. Il n'a pas un statut patrimonial très important, mais il est tout de même protégé et sensible aux éoliennes avec **81 cas de mortalité rapportés en Europe dont 14 cas en France** (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne (2/4,5).



Figure 7 : Buse variable (Sens Of Life).

La **Buse variable** (*Buteo buteo*) est inscrite en annexe II de la convention de Bonn et en annexe III de la convention de Berne. Elle n'a pas un statut patrimonial très important, mais elle est tout de même protégée et surtout très sensible aux éoliennes, puisque c'est la 3^{ème} espèce la plus impactée, avec 957 cas de mortalité recensés en Europe, dont 115 en France (Dürr, 2022). La note de risque pour cette espèce est moyenne (2/4,5).



Figure 8 : Effraie des clochers (domaine public).

L'**Effraie des clochers** (*Tyto alba*) est une espèce protégée inscrite en annexe II de la Convention de Berne et est classée comme «Quasi-Menacé » dans le Limousin. Elle n'a pas un statut patrimonial très important, mais elle est menacée et semble peu sensible aux éoliennes avec **30 cas de mortalité en Europe dont 5 en France** (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne (2/4,5).

L'évolution des habitats et des comportements de la Buse variable et du Faucon crécerelle avant et après l'implantation de parcs éoliens a été également étudiée par une méthode de « scan-échantillonnage » (Altmann, 1974) en Allemagne. Les variables analysées n'ont pas montré d'évolution significative liée au fonctionnement d'éoliennes (Bergen, 2001). La Buse variable a été notée dans le cadre du suivi ornithologique du plateau de la Garrigue Haute (Aude) avec un comportement local sans réaction aux éoliennes (Albouy *et al.* 2001). Le Faucon crécerelle a été observé plusieurs fois posé sur des pylônes de lignes électriques à proximité des éoliennes, et même à deux reprises en vol stationnaire (chasse) juste au-dessus des éoliennes (Albouy *et al.* 2001). Les effets de dérangement ou de perte d'habitat sont donc faibles. Des cas d'installation de Buse variable ou de Faucon crécerelle au sein ou dans l'entourage très proche de parcs éoliens sont constatés régulièrement (Kelm comm pers, 2006 ; Beucher, 2007). Une étude statistique basée sur 3 ans de données de comportements de rapaces dans des parcs éoliens espagnols montre que le Faucon crécerelle prend des risques importants à proximité d'éoliennes et serait donc parmi les espèces les plus sensibles à la collision (Whitfield & Madders, 2006), malgré une grande agilité de vol. En effet, le vol stationnaire utilisé en action de chasse pourrait expliquer sa sensibilité aux éoliennes (Barrios & Rodriguez, 2004). Les analyses des données de mortalité pour ces deux espèces en France montrent que le Faucon crécerelle est le rapace le plus impacté (proportionnellement aux effectifs nicheurs dans le pays), et ce, de façon homogène au cours de l'année, tandis que la Buse variable est plus touchée pendant la période migratoire postnuptiale, avec un pic la 3^e semaine de septembre (Marx, 2017).

b) Passereaux

Pour la plupart des passereaux, les risques d'effet d'évitement, d'effet de barrière, de dérangement au nid ou même de collision sont faibles et liés à leur agilité, à leur territoire nuptial de faible taille et à leurs déplacements généralement à faible altitude. Toutefois, il peut se distinguer les cas particuliers des espèces utilisant les vols chantés (alouettes, pipit, etc.) pour lesquels les cas de mortalités constatés en période nuptiale sont réguliers et présentent donc un niveau de sensibilité à la collision plus marqué à cette période de l'année. Si les retours d'expériences sont faibles pour chaque espèce, les données bibliographiques existantes sur des comparaisons pré et post-implantation de parcs éoliens en Allemagne (Bergen, 2001) montrent pourtant que les alouettes (des champs et lulu) au comportement de vol chanté, sont peu sensibles à la présence d'éoliennes en termes de répartition spatiale (perte d'habitat). En ce qui concerne les collisions, si ces espèces y sont sensibles, l'étude montre que c'est aussi en rapport avec une forte densité de ces espèces aux abords des parcs éoliens. Mais, à terme, les mortalités générées ne remettent pas forcément en cause la pérennité des populations locales.

Dans notre cas, quatre espèces de passereaux présentant une note de risque supérieure ou égale à 2 ont été observées sur la zone d'emprise du parc éolien du Gâtinais: l'**Hirondelle de fenêtre**, le **Pipit farlouse**, le **Chardonneret élégant** et la **Linotte mélodieuse**.



Figure 9 : Hirondelle de fenêtre (domaine public).

L'**Hirondelle de fenêtre** (*Delichon urbicum*) est une espèce protégée. Elle est inscrite en annexe II de la Convention de Berne et est classée sur la liste des oiseaux nicheurs comme « Quasi-Menacée » dans le Limousin et comme « Vulnérable » à l'échelle nationale. On dénombre **315 cas de mortalité en Europe, dont 19 en France** (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne (2/4).



Figure 10 : Pipit farlouse (domaine public).

Le **Pipit farlouse** (*Anthus pratensis*) est une espèce protégée et menacée. Elle est inscrite en annexe II de la Convention de Berne. Elle est classée sur la liste des oiseaux nicheurs comme « Vulnérable » en France métropolitaine. On dénombre **33 cas de mortalité en Europe, dont 3 en France** (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne (2/4).



Figure 11 : Chardonneret élégant (domaine public).

Le Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*) est une espèce protégée et menacée. Elle est inscrite en annexe II de la Convention de Berne. Elle est classée sur la liste des oiseaux nicheurs comme « Vulnérable » en France métropolitaine. **On dénombre 44 cas de mortalité en Europe, dont 2 en France (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne (2/4).**

La Linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*) est une espèce protégée et menacée. Elle est inscrite en annexe II de la Convention de Berne et est classée comme « Vulnérable » en Île-de-France et à l'échelle nationale. **On dénombre 51 cas de mortalité en Europe, dont 9 en France (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne (2/4).**



Figure 12 : Linotte mélodieuse (domaine public).

c) Autres espèces (Échassiers, canards, colombidés)

Dans cette catégorie sont les classés les oiseaux de type « échassiers », les canards mais aussi les colombidés. Ce sont des oiseaux avec une aisance au vol, pouvant aller vite (canards, colombidés) comme pouvant planer (cigognes, grues etc). Ils peuvent avoir une grande envergure tout comme les rapaces entraînant des risques de collisions.

Dans notre cas, quatre espèces de cette catégorie présentent une note de risque supérieure ou égale à 2 et ont été observées sur la zone d'emprise du parc éolien du Gâtinais : la **Mouette rieuse**, l'**Œdicnème criard** le **Héron cendré** et le **Vanneau huppé**.

La Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*) est inscrite en annexe III de la Convention de Berne, en annexe II de la Directive Oiseaux et en annexe des Accords d'AEWA. Sur la liste des oiseaux nicheurs, elle est classée comme « En Danger » en Île-de-France. **Elle est très sensible aux éoliennes avec 694 cas de mortalité en Europe dont 68 cas en France (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne (2,5/4,5).**



Figure 13 : Mouette rieuse (domaine public).



Figure 14 : Œdicnème criard (Sens Of Life).

L'Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*) est inscrit en annexe II de la Convention de Berne, en annexe II et en annexe des Accords d'AEWA de la Convention de Bonn. Sur la liste des oiseaux nicheurs, elle est classée comme « En Danger » dans le Limousin. **Il est faiblement sensible aux éoliennes avec 15 cas de mortalité en Europe dont un seul cas en France (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne (2/4,5).**

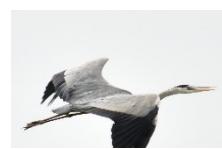


Figure 15 : Héron cendré (Sens Of Life).

Le Héron cendré (*Ardea cinerea*) est inscrit en annexe III de la Convention de Berne et en annexe des Accords d'AEWA de la Convention de Bonn. C'est une espèce protégée mais pas menacée. **On dénombre 42 cas de mortalité en Europe, dont 3 en France (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne (2/4,5).**



Figure 16 : Vanneau huppé (domaine public).

Le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) est inscrit en annexe III de la Convention de Berne, en annexe II et en annexe des Accords d'AEWA puis en annexe II/2 de la Directive Oiseaux. Sur la liste des oiseaux nicheurs, elle est classée comme « Vulnérable » au niveau européen, « Quasi-Menacée » au niveau national et « En Danger » au niveau régional. **Il est moyennement sensible aux éoliennes avec 28 cas de mortalité en Europe dont 3 en France (Dürr, 2022). La note de risque est moyenne (2/4,5).**

⇒ Synthèse du suivi environnemental de l'avifaune

L'avifaune fréquentant le parc éolien du Gâtinais est assez diversifiée avec un total de 39 espèces observées au cours de l'étude. Parmi celles-ci, 13 ont un fort statut patrimonial : le **Petit-duc scops**, le **Bruant proyer**, la **Linotte mélodieuse**, le **Goéland leucophée**, l'**Alouette des champs**, l'**Effraie des clochers**, l'**Hirondelle rustique**, le **Moineau domestique**, l'**Œdicnème criard**, la **Perdrix grise**, le **Vanneaux huppé**, le **Chardonneret élégant**, et le **Corbeau freux**.

Le parc du Gâtinais présente une activité migratoire relativement élevée en période prénuptiale, avec sept espèces recensées pour 2 034 contacts totaux et un flux horaire moyen de 169,5 contacts/heure. L'activité migratoire postnuptiale est plutôt plus faible avec 8 espèces recensées pour 779 contacts totaux et un flux horaire moyen de 64,67 individus/heure.

Les flux migratoires prénuptiaux sont plutôt axés sur la partie Est du parc (en fonction de la pression d'observation). Aucune espèce à forte valeur patrimoniale n'a été recensée lors de la migration prénuptiale. En ce qui concerne la migration postnuptiale, les trajectoires sont plutôt axées sur la partie Est du parc. Une espèce présente une forte valeur patrimoniale : le **Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*)**.

En période de nidification, 26 espèces d'oiseaux diurnes et 3 espèces d'oiseaux nocturnes ont été considérées comme nicheuses sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais.

IV. Suivi de la mortalité au sol

Cette étude est proposée dans le but d'évaluer l'impact du parc éolien du Gâtinais sur les chauves-souris et les oiseaux. Elle a pour objectif de caractériser la mortalité induite par le fonctionnement des éoliennes étudiées sur les chiroptères et les oiseaux.

IV.1. Protocole

Le suivi de la mortalité est basé sur un protocole développé par l'équipe d'Arnett (Casselman Wind Project, 2008-2010), puis adapté et appliqué en Europe par des membres de notre équipe sur le parc éolien de Bouin (Lagrange *et al.*, 2009). **Il est conforme au protocole ministériel publié en 2018 et se déroule sur 20 prospections au minimum, à débuter dès le lever du jour, réparties entre les semaines 20 et 43 (mi-juin à fin-octobre).**

Les suivis de mortalité ont été effectués sous toutes les turbines du parc éolien du Gâtinais selon le protocole en vigueur, entre le 15/06/2022 et le 27/10/2022.

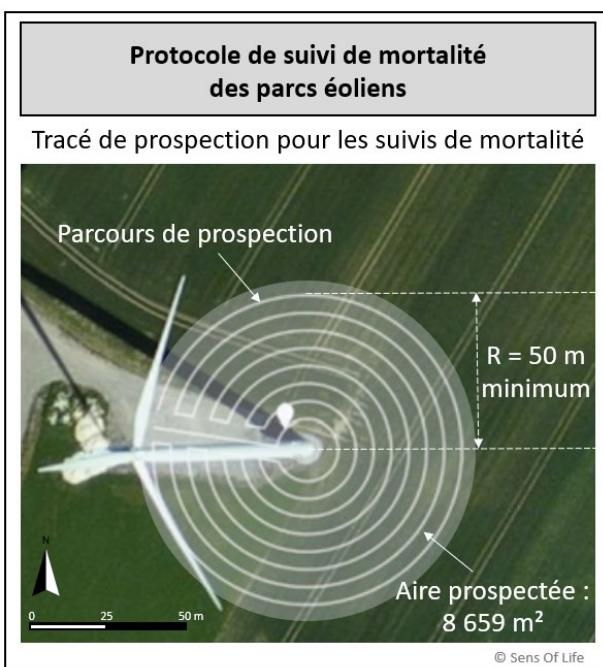


Figure 17 : Représentation du transect de prospection réalisé pour la recherche de cadavres sous une éolienne.

Ce protocole consiste à prospecter 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 (60 mètres, soit 15 mètres de plus que la longueur des pales) fixée à l'éolienne est déroulée. 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 17). L'opération nécessite 50 minutes de parcours, auxquelles s'ajoutent 10 minutes de relevés de cadavres. La surface prospectée 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 parc éolien du Gatinais comprenant plus de 8 éoliennes, le suivi environnemental a été effectué sous 10 des 12 éoliennes, conformément au protocole ministériel publié en 2018. Les éoliennes sont alors choisies de la façon suivante :

- En priorité les éoliennes équipées de TrackBats (E2, E5, E8 et E11),
- Puis 50% des éoliennes sont choisies parmi celles jugées les plus à risques lors de l'étude d'impact ou celles ayant montré une mortalité plus importante lors des suivis antérieurs,
- Les éoliennes restantes sont choisies de façon aléatoire afin de disposer d'éoliennes représentatives en termes d'environnement, végétation, etc. L'accessibilité des éoliennes avec la corde de prospection est également prise en compte.

Sur le parc éolien du Gâtinais, les éoliennes sous lesquelles a été effectué le suivi de mortalité sont donc les éoliennes E2, E3, E4, E5, E7, E8, E9, E10, E11 et E12. Les éoliennes E1 et E6 n'ont pas été prospectées.

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).

Date du suivi	Visibilité (% Couverture Nuageuse)	Température (°C)	Vitesse du vent (m/s)	Direction du vent
15/06/2022	Ciel dégagé (0%)	31°C	3,6	SSE
16/06/2022	Ensoleillé (0%)	27°C	3,1	S
23/06/2022	Nuageux (40%)	23°C	2,8	N
30/06/2022	Nuageux/Pluie (90%)	16°C	3,6	N
05/07/2022	Ensoleillé (0%)	27°C	3,1	SE
06/07/2022	Ensoleillé (0%)	23°C	3,9	S
14/07/2022	Ensoleillé (0%)	31°C	3,1	N
21/07/2022	Eclaircies (30%)	27°C	2,8	E
26/07/2022	Ensoleillé (0%)	24°C	2,8	S
01/08/2022	Ensoleillé (0%)	28°C	3,6	SSE
02/08/2022	Ensoleillé (0%)	33°C	1,4	SSE
09/08/2022	Ensoleillé (0%)	30-34°C	6,9	NE
10/08/2022	Ensoleillé (0%)	30-34°C	6,9	NE
17/08/2022	Couvert (90%)	23°C	2,8	SO
18/08/2022	Couvert (80%)	24°C	2,8	NO
24/08/2022	Ensoleillé (0%)	18-34°C	3,9	SE
25/08/2022	Ensoleillé (0%)	18-36°C	2,2	SO
01/09/2022	Ensoleillé (5%)	23°C	2,8	E
02/09/2022	Couvert (60%)	17°C	2,8	S
07/09/2022	Couvert (100%)	18°C	4,2	SSO
08/09/2022	Couvert (80%)	13°C	5,6	SO
14/09/2022	Couvert (70%)	23°C	5,6	OSO
15/09/2022	Couvert (100%)	15°C	1,4	N
21/09/2022	Ensoleillé (5%)	17°C	4,2	ENE
22/09/2022	Ensoleillé (100%)	6-18°C	2,8	ENE
27/09/2022	Couvert (100%)	12-15°C	6,9	O



Date du suivi	Visibilité (% Couverture Nuageuse)	Température (°C)	Vitesse du vent (m/s)	Direction du vent
28/09/2022	Couvert (80%)	12-15°C	6,9	O
05/10/2022	Ensoleillé (100%)	19°C	6,9	SO
06/10/2022	Ensoleillé (100%)	15-18°C	1,4	NO
12/10/2022	Couvert (70%)	15-18°C	1,4	OSO
13/10/2022	Couvert (100%)	13°C	1,4	SSO
18/10/2022	Couvert (100%)	18°C	2,8	ESE
19/10/2022	Ensoleillé (80%)	19°C	5,6	ESE
24/10/2022	Couvert (50%)	15-17°C	6,9	SO
25/10/2022	Ensoleillé (100%)	12-15°C	2,8	SSO
27/10/2022	Ensoleillé (100%)	20-22°C	5,6	S

Tableau 17 : Conditions météorologiques observées lors des suivis de mortalité sur le parc éolien du Gâtinais entre juin et octobre 2022.

L'identification des chauves-souris a été réalisée par analyse morphologique de la dentition des cadavres, après avoir été conservés congelés (Figure 18). L'ouvrage d'Arthur & Lemaire, 2009 a été utilisé comme référence.

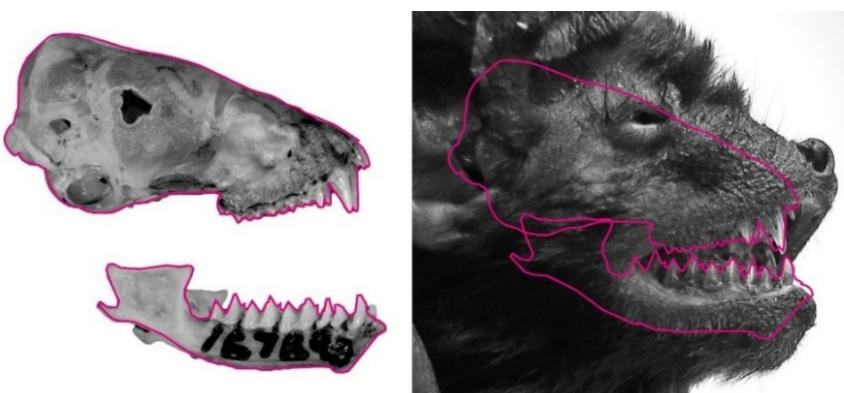


Figure 18 : Comparaison de la dentition pour identification de la Noctule de Leisler.

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) et de Cieślak et Dul (2006) et aux sites Internet :

- <http://skullsite.w3basix.nl/search/index.cfm>
- <https://sketchfab.com/laboratorinatura/collections/aves?cursor=48>



IV.2. Mortalité brute constatée au pied des éoliennes du parc du Gâtinais

Le suivi de mortalité du parc éolien du Gâtinais est basé sur un passage hebdomadaire entre juin et octobre, soit une pression d'échantillonnage relativement importante. Les éoliennes ont été prospectées au cours de 20 passages réalisés aux dates listées dans le Tableau 20. Au total, 5 cadavres de chiroptères et 10 cadavres d'oiseaux ont été retrouvés lors des suivis de mortalité. 100% des individus découverts sont morts par barotraumatisme et/ou par collision, dont la mort est directement imputable aux éoliennes.

Un cadavre fut découvert sur la plateforme de l'éolienne E6 mais n'a pas été pris en compte dans les calculs ou les illustrations de ce rapport. En effet, l'éolienne E6 étant non prospectée, cette découverte tombe sur le coup de l'observation opportuniste hors suivi.

Le Tableau 18 indique les caractéristiques générales des collisions constatées sur le parc éolien du Gâtinais en 2022. Toutes les fiches d'identification des cadavres sont disponibles en annexe VIII.1. Les Carte 9 et 10 permettent la visualisation de la répartition spatiale de ces cadavres sous les éoliennes du parc.

N°	Date	Espèce	Nom latin	Type	Statut de conservation (France métropolitaine)	Statut de conservation (Centre-Val de Loire : E1, E6, E7 et E8) (Île-de-France : E2, E3, E4, E5, E9, E10, E11 et E12)	Coordonnées GPS	Eolienne proche	Distance au mât	Orientation par rapport au mât
1	16/06/2022	Passereau indéterminé		Oiseau	-	-	48.132500 ; 2.590833	E2	39 m	Sud
2	16/06/2022	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Chiroptère	NT	NT	48.132500 ; 2.590556	E2	40 m	Sud-ouest
3	16/06/2022	Pipistrelle indéterminée		Chiroptère	-	-	48.133889 ; 2.586944	E3	36 m	Sud
4	23/06/2022	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Oiseau	NT	NT	48.142778 ; 2.545000	E10	34 m	Sud-ouest
5	30/06/2022	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Oiseau	NT	NT	48.143333 ; 2.544722	E10	44 m	Nord-ouest
6	05/07/2022	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Oiseau	LC	EN	48.134167 ; 2.586667	E3	6 m	Ouest
7	14/07/2022	Pipistrelle indéterminée		Chiroptère	-	-	48.135000 ; 2.582500	E4	61 m	Sud-est
8	21/07/2022	Martinet noir	<i>Apus apus</i>	Oiseau	NT	LC	48.136667 ; 2.576667	E5	34 m	Ouest
9	02/08/2022	Pigeon indéterminé		Oiseau	-	-	48.144444 ; 2.530833	E12	35 m	Sud-est
10	10/08/2022	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Chiroptère	NT	NT	48.142556 ; 2.544861	E10	61 m	Sud-est
11	25/08/2022	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Chiroptère	VU	NT	48.144861 ; 2.531306	E12	24 m	Nord-est
12	14/09/2022	Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	Oiseau	LC	LC	48.139333 ; 2.564944	E7	12 m	Ouest
13	21/09/2022	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Oiseau	NT	NT	48.133889 ; 2.586778	E3	33 m	Sud
14	21/09/2022	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Oiseau	NT	NT	48.143167 ; 2.545083 48.143056 ; 2.545139	E10	12 m 2 m	7m (moyenne) Ouest
15	21/09/2022	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Oiseau	NT	NT	48.142972 ; 2.545111 48.142944 ; 2.545361 48.142889 ; 2.545611		11 m 19 m 38 m	
									23m (moyenne)	Sud Sud-est Sud-est

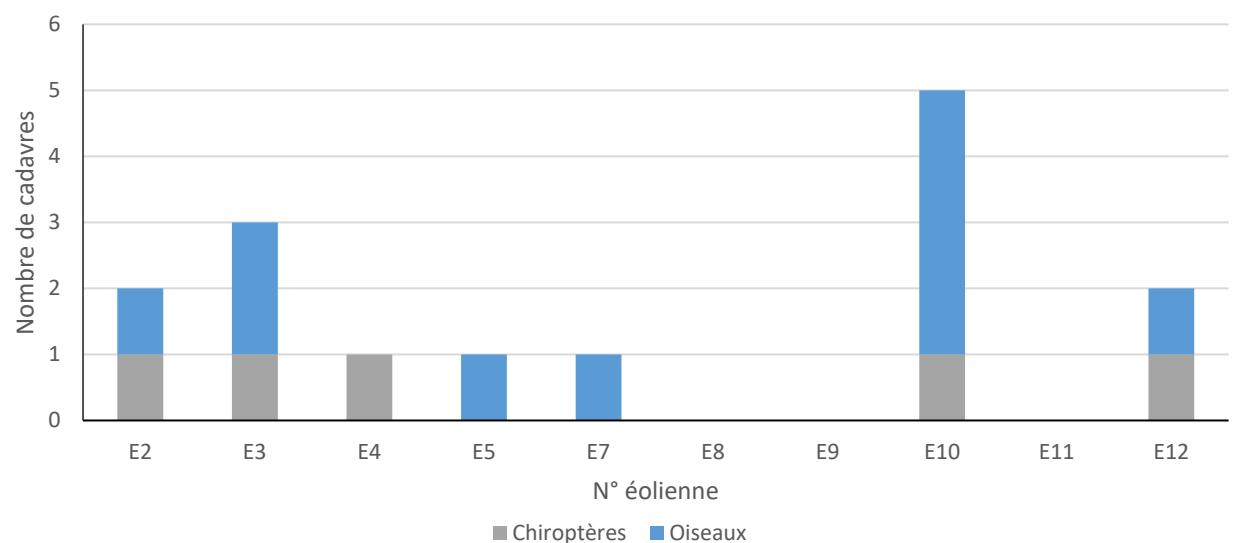
Tableau 18 : Liste des collisions constatées sur le parc éolien du Gâtinais en 2022 et caractéristiques des cadavres

IV.2.1. Analyse spatiale des mortalités sur le parc éolien du Gâtinais

Le Graphique 8 permet d'analyser la répartition géographique des collisions sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais.

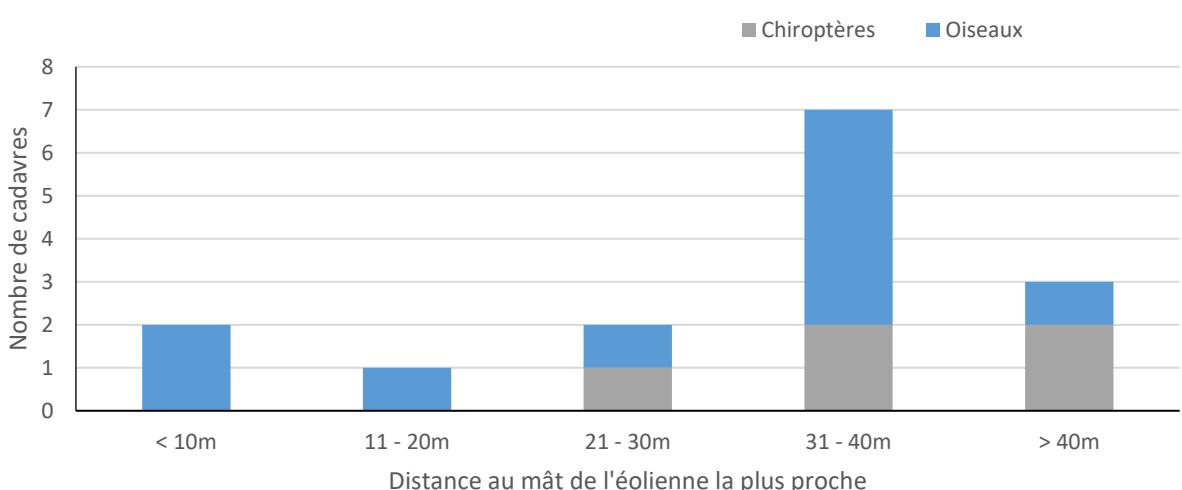
Les cadavres ont été retrouvés sous 7 des 10 éoliennes prospectées. Les trois éoliennes restantes présentent donc une mortalité brute nulle, et il faut rappeler que les éoliennes E1 et E6 ne faisaient pas partie des prospections.

Quatre cadavres d'oiseaux ont été découverts sous l'éolienne E10, la plus impactante, soit 40% des cadavres d'oiseaux retrouvés sous l'ensemble des éoliennes prospectées (et 26,67% des cadavres tous taxons confondus). Deux autres oiseaux ont été retrouvés sous l'éolienne E3, la seconde éolienne avec le plus fort impact en termes de mortalité brute. Les autres cadavres ont été retrouvés à raison d'un oiseau sous chacune des éoliennes E2, E5, E7, E12, et d'un chiroptère sous chacune des éoliennes E2, E3, E4, E10 et E12.



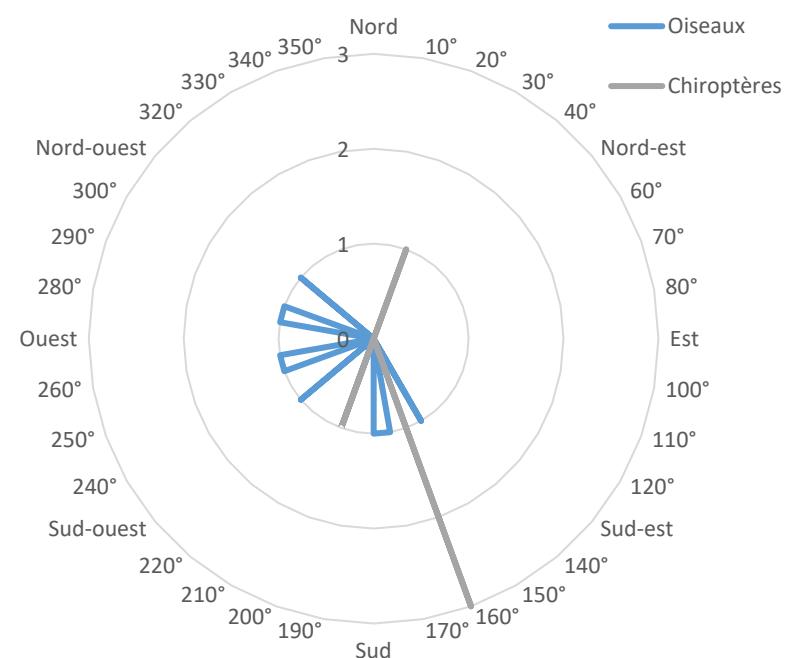
Graphique 8 : Répartition des collisions constatées sur le parc éolien du Gâtinais en 2022, en fonction de l'éolienne la plus proche.

En ce qui concerne la distance des cadavres au mât de l'éolienne (Graphique 9), on observe que plus de la moitié des cadavres ont été retrouvés à une distance entre 31 et 40m de distance du mât de l'éolienne la plus proche. Des oiseaux ont été retrouvés à toutes les distances, tandis que les chiroptères ont plutôt tendance à ne tomber qu'au-delà d'une vingtaine de mètres de distance. Il semble donc que les individus aient tapé plus souvent la partie externe des pales (longues de 45 mètres) ou qu'il y ait eu un effet d'expulsion à la suite des impacts.



Graphique 9 : Répartition de la position des cadavres en fonction de la distance au mât de l'éolienne la plus proche, sur le parc éolien du Gâtinais, en 2022.

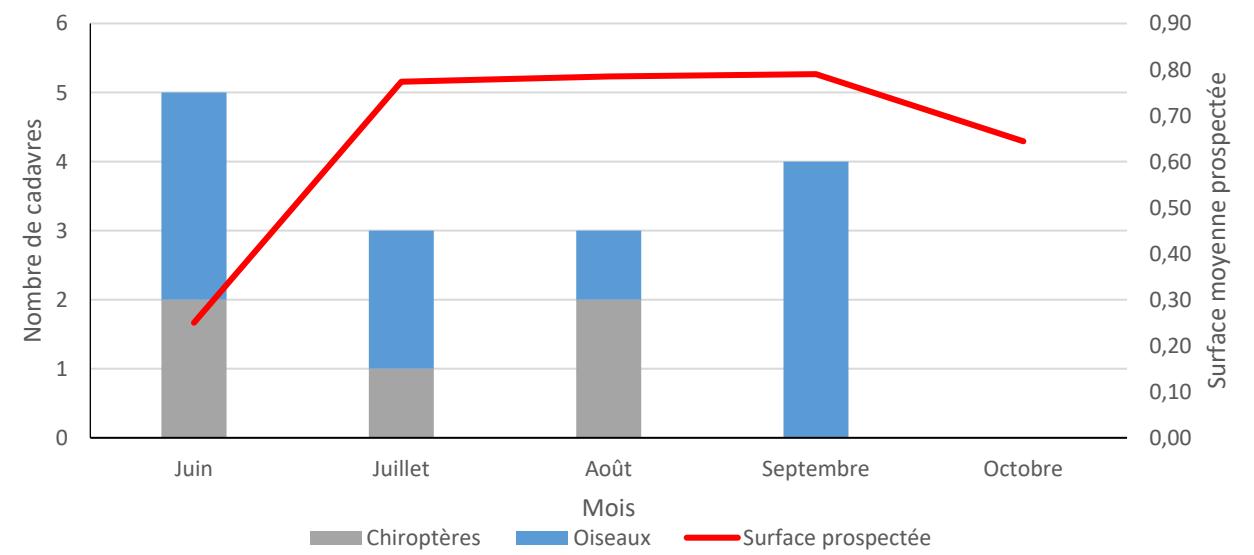
Enfin, la répartition des cadavres a été analysée en fonction de leur orientation par rapport au mât de l'éolienne la plus proche (Graphique 10). Malgré le peu de données disponibles, il est intéressant d'observer un pic pour les chiroptères, avec plus de la moitié des individus retrouvés à 160° par rapport à leur éolienne respective. Du reste, on observe la quasi-totalité des cadavres dans une moitié du quadrant. En se déplaçant autour du quadrant dans le sens horaire, tous les cadavres sauf 1 se répartissent entre les directions sud-est et nord-ouest illustrant peut-être des voies de déplacement au sud de la ligne d'éoliennes.



Graphique 10 : Répartition de la position des cadavres en fonction de leur orientation par rapport au mât de l'éolienne la plus proche, sur le parc éolien du Gâtinais, en 2022.

IV.2.2. Analyse temporelle des mortalités sur le parc éolien du Gâtinais

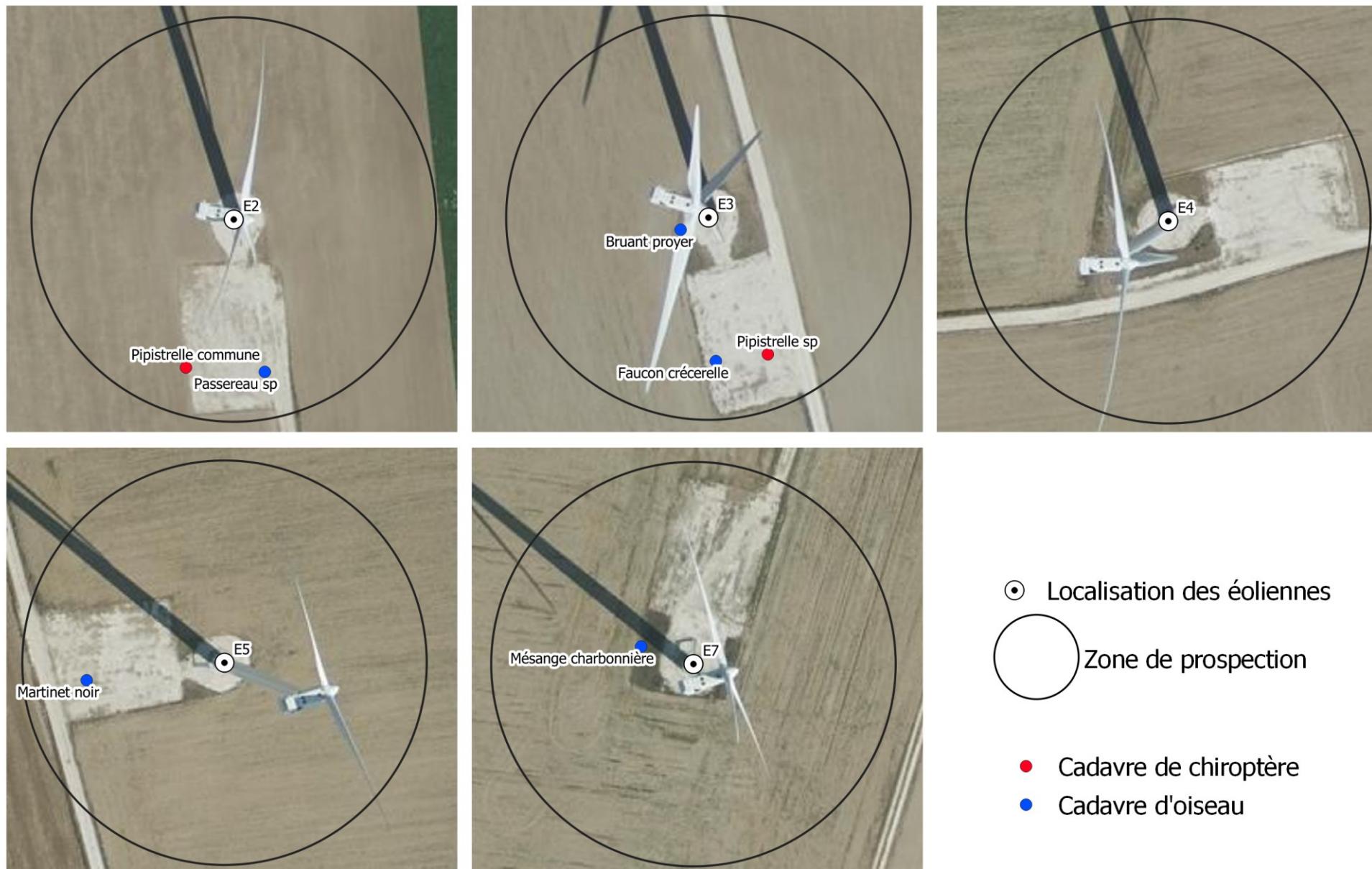
Le Graphique 11 permet d'analyser la mortalité constatée sur le parc éolien du Gâtinais en fonction de la période biologique. Un pic de la mortalité a été constaté en juin avec 5 cadavres retrouvés. De juin à septembre il y a eu au minimum 3 cadavres découverts alors qu'en octobre aucun cadavre n'a été découvert. Concernant les oiseaux, un pic de mortalité est constaté en septembre avec 4 cadavres soit durant la période de migration postnuptiale alors que chez les chiroptères, des pics de mortalité ont été constatés en juin et en août avec 2 cadavres soit lors de la période de mise-bas et élevage des jeunes.



Graphique 11 : Répartition des cadavres en fonction de la date sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.

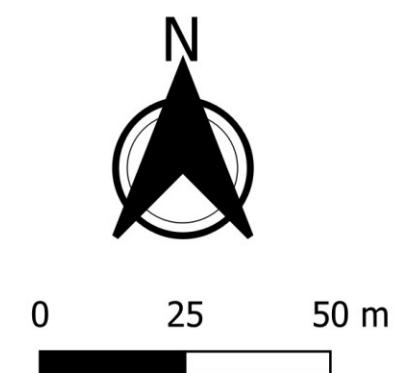


Localisation des cadavres sous les éoliennes Parc éolien du Gâtinais Loiret (45) et Seine-et-Marne (77) Centre-Val de Loire et Île-de-France



SensOfLife 2023. Fond de carte : geoportail.gouv.fr

Carte 9 : Localisation des cadavres trouvés sous les éoliennes du parc éolien du Gâtinais en 2022, partie 1.



Localisation des cadavres sous les éoliennes Parc éolien du Gâtinais Loiret (45) et Seine-et-Marne (77) Centre-Val de Loire et Île-de-France



SensOfLife 2023. Fond de carte : geoportail.gouv.fr

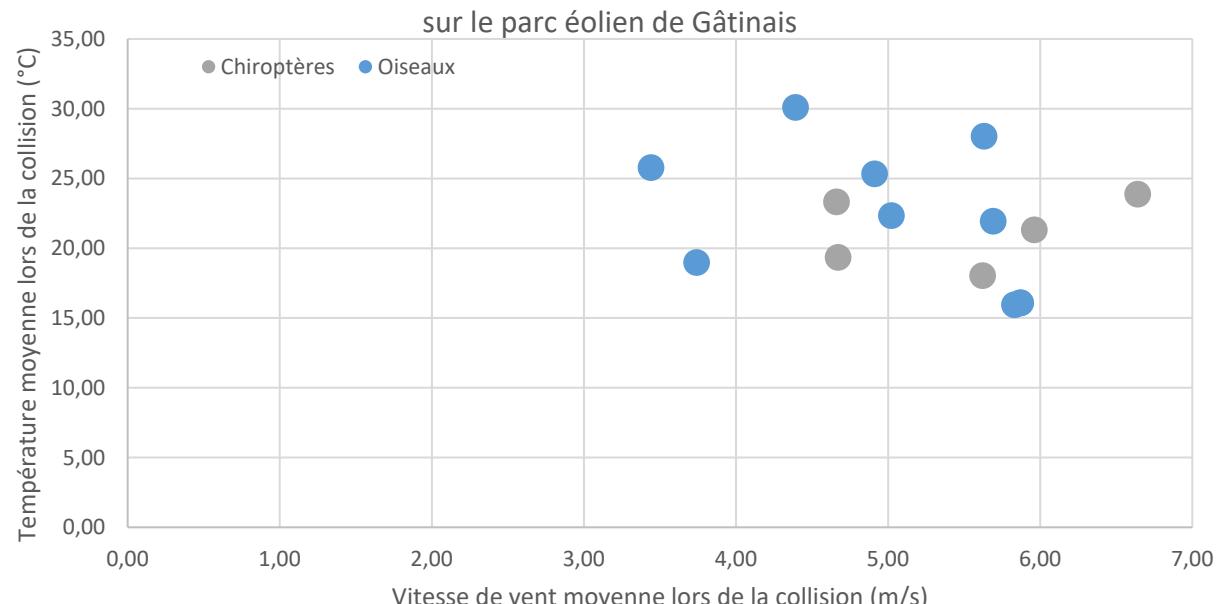
Carte 10 : Localisation des cadavres trouvés sous les éoliennes du parc éolien du Gâtinais en 2022, partie 2.

IV.2.3. Analyse météorologique des mortalités sur le parc éolien du Gâtinais

Les données météorologiques récoltées en nacelle des éoliennes du parc éolien du Gâtinais permettent d'analyser les conditions de vent et de température pouvant expliquer les mortalités constatées en 2022 (Graphique 12). Une fois la date de la collision estimée en fonction de l'avancement de la décomposition du cadavre, les moyennes de vitesses de vent et de températures ont été calculées, soit sur la nuit ou la journée si l'estimation se révélait précise, soit sur les trois jours entourant la date estimée, de 19h00 à 07h00 pour les collisions de chiroptères et de 07h00 à 19h00 pour les oiseaux.

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 le risque de collision. De fortes précipitations pourraient diminuer la visibilité des oiseaux au cours de leur déplacement et également augmenter le risque de collision.

Conditions météorologiques caractérisant les collisions constatées en 2022



Graphique 12 : Conditions météorologiques caractérisant la mortalité sur le parc du Gâtinais en 2021.

En ce qui concerne les chiroptères retrouvés au cours des suivis de mortalité, les nuits entourant les dates estimées de ces collisions sont caractérisées par une vitesse de vent moyenne comprise entre 4,66 m.s⁻¹ et 6,64 m.s⁻¹ et une température moyenne comprise entre 18,05°C et 23,88°C.

En ce qui concerne les oiseaux retrouvés au cours des suivis de mortalité, les journées entourant les dates estimées de ces collisions sont caractérisées par une vitesse de vent moyenne comprise entre 3,44 m.s⁻¹ et 5,87 m.s⁻¹ et une température moyenne comprise entre 15,96°C et 30,10°C.

Cadavre	Vitesse de vent moyenne lors de la collision (m/s)	Température moyenne lors de la collision (°C)
Pipistrelle commune 1	4,67	19,35
Pipistrelle sp 1	5,62	18,05
Pipistrelle sp 2	5,96	21,33
Pipistrelle commune 2	6,64	23,88
Noctule commune	4,66	23,33

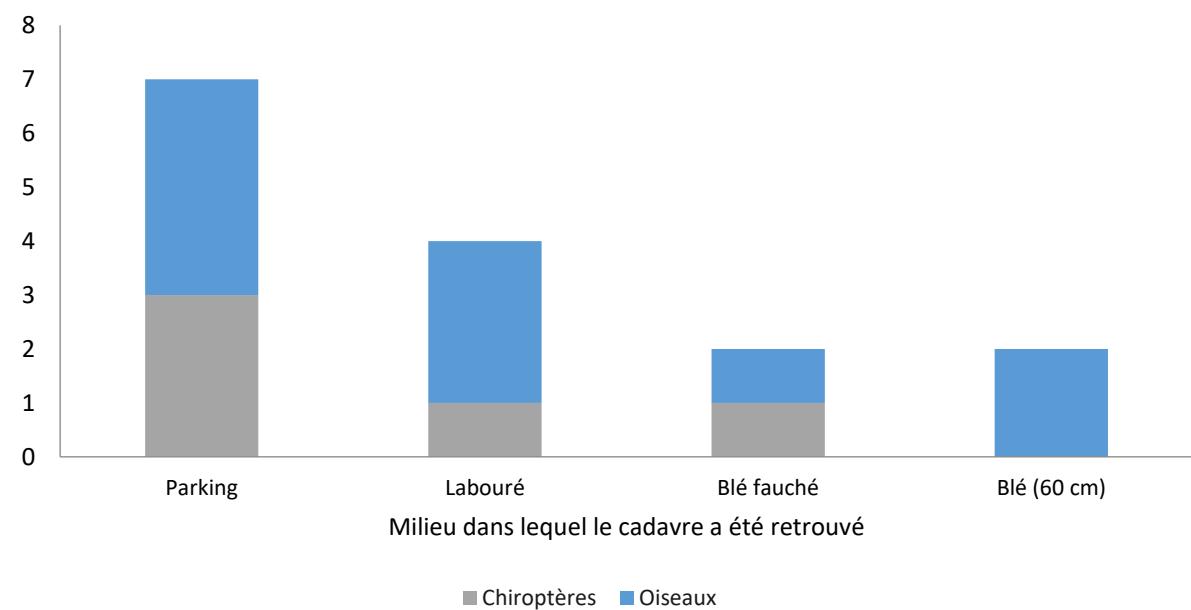
Cadavre	Vitesse de vent moyenne lors de la collision (m/s)	Température moyenne lors de la collision (°C)
Passereau sp	5,02	22,35
Faucon crécerelle 1	4,39	30,10
Faucon crécerelle 2	5,69	21,94
Bruant proyer	3,74	18,99
Martinet noir	5,63	28,03
Pigeon sp	3,44	25,79
Mésange charbonnière	4,91	25,34
Faucon crécerelle 3	5,83	15,96
Faucon crécerelle 4	5,87	16,10
Faucon crécerelle 5	5,87	16,10

Tableau 19 : Caractéristiques météorologiques des dates de collisions des chiroptères et des oiseaux estimées sur le parc éolien du Gâtinais.

IV.2.4. Analyse des mortalités sur le parc du Gâtinais en fonction du milieu

Les collisions de chauves-souris sur le parc éolien du Gâtinais ont été majoritairement constatées sur les plateformes et les champs fauchés ou labourés, tandis que deux collisions d'oiseaux ont été constatées sur du blé de 60 cm de hauteur (Graphique 13). Cela n'illustre en aucun cas une certaine attractivité de ces assolements, mais plutôt une plus grande facilité à trouver un individu sur de telles surfaces.

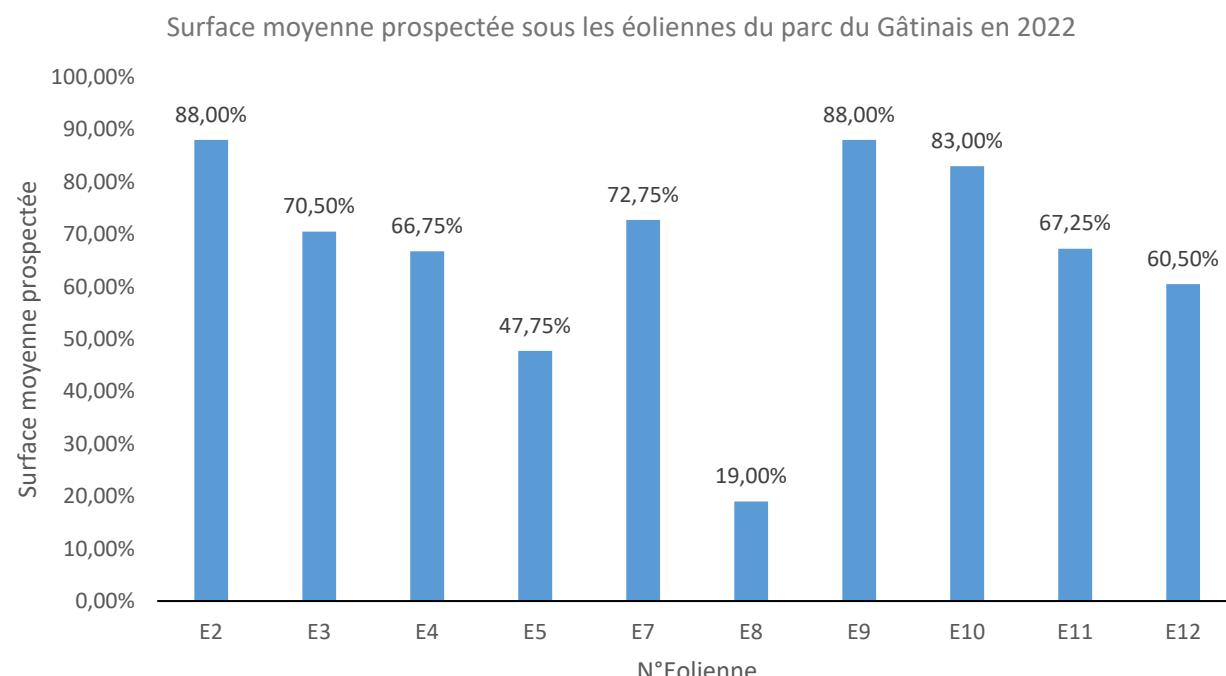
Répartition des cadavres retrouvés sur le parc éolien de Gâtinais en 2022 en fonction de l'assolement



Graphique 13 : Répartition des collisions en fonction de l'assolement, sur le parc du Gâtinais en 2022.

IV.3. Occupation du sol et surface prospectée

La couverture végétale au moment des passages pour la recherche des cadavres, ainsi que la surface prospectable, sont relevées à chaque passage. La surface prospectée peut être inférieure à la surface théorique, à cause des obstacles comme des haies, des grillages... ou par un souci de préserver l'intégralité des cultures en place. Les Cartes 11 et 12 montrent un aperçu des zones prospectables au sein des surfaces délimitées pour la recherche de cadavres sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.



Graphique 14 : Surface moyenne prospectée sous chaque éolienne du parc éolien du Gâtinais entre mai et octobre 2022.

Au pied des éoliennes, la plus grande partie du sol correspond à des cultures (Blé, colza, betterave ou pomme de terre).

La couverture végétale sous les éoliennes du Gâtinais est assez variable, le pourcentage de surface prospectable a été noté à chaque sortie et une moyenne a été calculée sur l'année de recherche pour estimer ce biais (Tableau 20). 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 détectabilité des cadavres par cercle concentrique.

La formule utilisée dans ce rapport est donc la suivante : $A = \frac{\sum_1^6 C_x / S_x}{\sum_1^6 C_x}$

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.

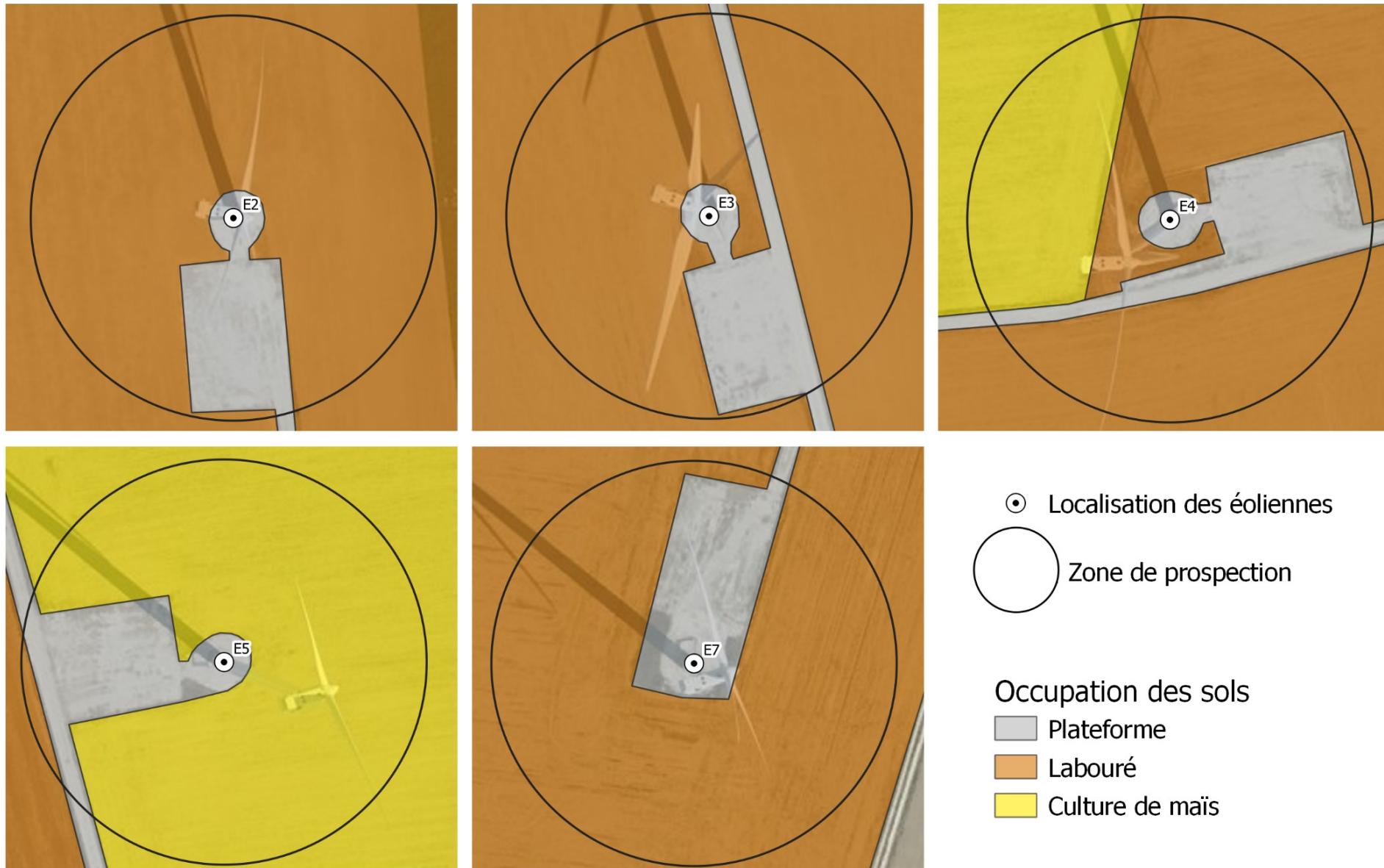
Eolienne et assolement		E2	E3	E4	E5	E7	E8	E9	E10	E11	E12
Date de prospection	Total cadavres	Colza Labouré	Blé Colza Labouré	Blé Maïs Labouré	Blé Maïs Labouré	Blé Labouré	Betterave	Blé Labouré	Blé Labouré	Blé Labouré	Blé Pomme de terre Labouré
15/06/22	3	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	0%
23/06/22	1	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	0%
30/06/22	1	20%	20%	50%	50%	20%	20%	20%	100%	20%	20%
05/07/22	1	100%	50%	50%	50%	85%	0%	100%	0%	100%	80%
13/07/22	1	100%	100%	80%	20%	0%	20%	100%	100%	100%	80%
21/07/22	1	100%	100%	80%	40%	100%	20%	100%	100%	0%	0%
26/07/22		100%	100%	80%	40%	100%	20%	100%	100%	100%	80%
01/08/22	1	100%	100%	75%	35%	100%	20%	100%	100%	100%	80%
09/08/22	1	100%	100%	75%	35%	100%	20%	100%	100%	20%	20%
17/08/22		100%	100%	75%	35%	100%	20%	100%	100%	100%	100%
24/08/22	1	100%	100%	75%	35%	100%	20%	100%	100%	100%	100%
01/09/22		100%	100%	75%	35%	100%	20%	100%	100%	100%	100%
07/09/22		100%	100%	75%	35%	100%	20%	100%	100%	100%	100%
14/09/22	1	100%	0%	75%	35%	100%	20%	100%	100%	100%	0%
21/09/22	3	100%	100%	75%	35%	100%	20%	100%	100%	100%	100%
27/09/22		100%	100%	75%	35%	100%	20%	100%	100%	100%	100%
05/10/22		100%	50%	70%	100%	100%	20%	100%	100%	60%	100%
12/10/22		100%	50%	70%	100%	70%	20%	100%	20%	45%	80%
18/10/22		100%	50%	70%	100%	20%	20%	100%	100%	40%	20%
24/10/22		100%	50%	70%	100%	20%	20%	100%	100%	20%	50%
Cadavres	15	2	3	1	1	1	0	0	5	0	2
Moyenne prospectée		88,00%	70,50%	66,75%	47,75%	72,75%	19,00%	88,00%	83,00%	67,25%	60,50%
Coefficient A		1,14	1,42	1,50	2,09	1,37	5,26	1,14	1,20	1,49	1,65

Tableau 20 : Couvert végétal et surface prospectée à chaque passage sous les éoliennes du parc du Gâtinais, entre mai et octobre 2022.

Les éoliennes ont été prospectées en moyenne entre 19,00% (sous l'éolienne E8, où laquelle se trouvait de la betterave non prospectable représentant 80% de la surface à prospector entre mi-juin et fin-octobre) et 88% (sous les éoliennes E2 et E9, où lesquelles se trouvaient des champs labourés). En moyenne, entre mai et octobre 2022, la surface prospectée a été de 66,35% sous les éoliennes du parc éolien du Gâtinais, le biais de surface prospectée est donc modéré.



**Surfaces prospectées sous les éoliennes
Parc éolien du Gâtinais
Loiret (45) et Seine-et-Marne (77)
Centre-Val de Loire et Île-de-France**

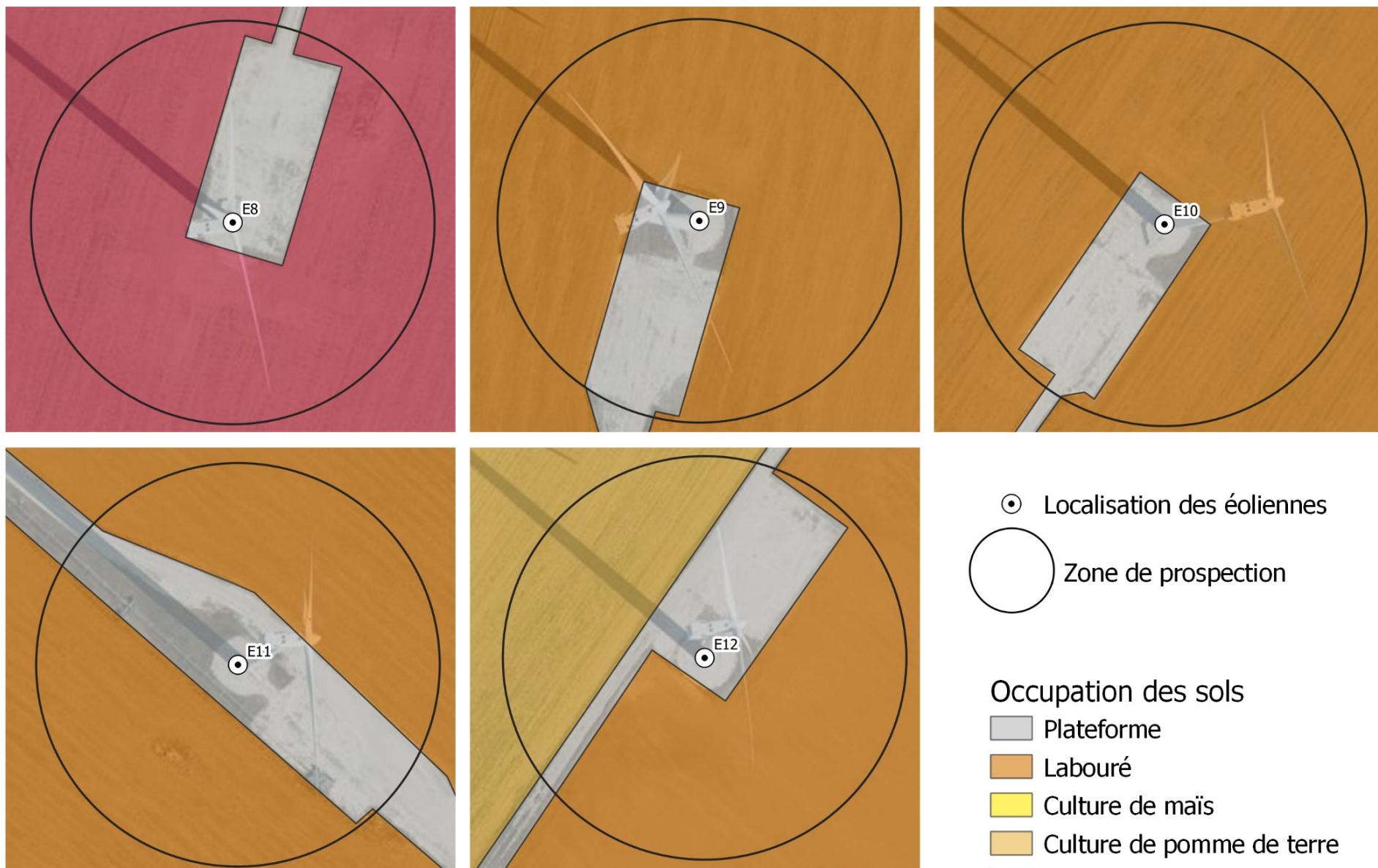


SensOfLife 2023. Fond de carte : geoportail.gouv.fr

Carte 11 : Surfaces prospectables et types de culture, sous les éoliennes E2, E3, E4, E5 et E7 du parc éolien du Gâtinais en 2022.



**Surfaces prospectées sous les éoliennes
Parc éolien du Gâtinais
Loiret (45) et Seine-et-Marne (77)
Centre-Val de Loire et Île-de-France**



SensOfLife 2023. Fond de carte : geoportail.gouv.fr

Carte 12 : Surfaces prospectables et types de culture, sous les éoliennes E8, E9, E10, E11 et E12 du parc éolien du Gâtinais en 2022.

IV.4. Test de prédation

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 prédation 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 prédation 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).

Ainsi, trois cadavres de cailles ont été déposés sous les éoliennes E2, E4, E6, E8, E10 et E12 le 29/06/2022 et une deuxième série de test a été réalisée sous les éoliennes E2, E4, E6, E8, E10 et E12 à partir du 18/10/2022. Leur recherche a été menée le lendemain (J+1), puis à J+2, J+6, J+9 et J+12, donc pendant 2 semaines s'il y avait persistance. La disparition a été considérée complète au moment où l'observateur estimait que les restes ne pouvaient pas permettre 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
 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 06/07/22	E2	3	3	3	0	0	0	4,00	4,14	17%
	E4	3	3	3	3	3	0	10,50		
	E6	3	3	3	0	0	0	4,00		
	E8	3	3	2	0	0	0	3,17		
	E10	3	3	0	0	0	0	1,50		
	E12	3	1	1	0	0	0	1,67		
Test n°2 J0 le 12/10/22	E2	3	3	3	3	1	1	9,00	7,89	61%
	E4	3	3	3	2	2	2	10,50		
	E6	3	3	3	1	0	0	5,17		
	E8	3	2	2	2	2	2	8,17		
	E10	3	3	3	2	2	2	9,33		
	E12	3	3	3	1	0	0	5,17		
Moyenne des tests							6,01	39%		

Tableau 21 : Évaluation du biais de prédation sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.

Sur le parc éolien du Gâtinais, le temps de séjour moyen d'un cadavre est estimé à **6,01 jours** et le taux de persistance au sixième jour est estimé à **39%**. Les résultats de ce test montrent que la prédation sur le site d'étude est relativement faible. Etant donné que l'intervalle moyen entre deux prospections est de **6,89 jours**, un oiseau ou une chauve-souris, tué durant les premières nuits suivant une recherche, aura une faible probabilité d'être retrouvé lors de la recherche suivante.

IV.5. Test du taux 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 prédation.

Ainsi, un premier chargé d'études a déposé 5 leurres d'oiseaux et 10 leurres de chauves-souris (Figure 19), soit 15 leurres au total, sous chacune des éoliennes, 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.

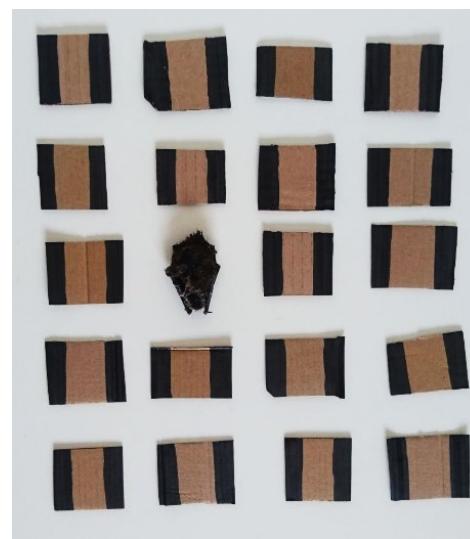


Figure 19 : Cadavre de chauve-souris parmi 19 leurres utilisés pour tester le taux de détection.

Ce test a été réalisé trois fois durant l'année 2022, parfois découpé sur deux jours : d'abord le 26/07/2022, ensuite le 14/09/2022 et 15/09/2022, et enfin le 24/10/2022 25/10/2022 et 27/10/2022. Cette approche permet d'obtenir des résultats précis et correspondant à l'efficacité sur différentes couvertures de sol (terre, semis, terrain après récolte...), prend en compte d'éventuelles variations de détection en fonction de la couverture du sol et du contexte sous chacune des éoliennes.

Eolienne	Chiroptères			Oiseaux		
	Leurre déposés	Leurres trouvés	Taux de détection moyen	Leurre déposés	Leurres trouvés	Taux de détection moyen
E2	20	13	65%	10	8	80%
E3	10	10	100%	5	5	100%
E4	10	9	90%	5	4	80%
E5	10	10	100%	5	5	100%
E7	20	17	85%	10	9	90%
E8	10	9	90%	5	5	100%
E9	10	4	40%	5	4	80%
E10	10	9	90%	5	5	100%
E11	10	6	60%	5	5	100%
E12	10	9	90%	5	5	100%
Parc	120	96	81%	60	55	93%

Tableau 22 : Évaluation du taux de détection des cadavres sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.

A partir de ces données, le taux de détection a été calculé à chaque passage : $f_{Ex}^t = \frac{l_{RetEx}^t}{l_{TotEx}}$

f_{Ex}^t = taux de détection pour le passage t sous l'éolienne Ex

l_{RetEx}^t = nombre de leurres retrouvés lors du passage t sous l'éolienne Ex

l_{TotEx} = nombre total de leurres dispersés sous l'éolienne Ex

Sur le parc éolien du Gâtinais, le taux de détection sous les éoliennes varie de 55% à 100%, avec une bonne détection de 93% pour les oiseaux et de 81% pour les chiroptères. Le biais d'observateur est donc faible.

IV.6. Estimations 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. Pour chaque formule, les notations suivantes seront utilisées :

N = nombre d'individus potentiellement tués (dépend de l'éolienne considérée)

C = nombre de cadavres trouvés (dépend de l'éolienne considérée)

A = coefficient de correction surfacique (dépend de l'éolienne considérée) = 1/S, avec S la surface moyenne prospectée

p = proportion de cadavres qui perdurent au-delà de l'intervalle entre deux passages

➤ p = 0,39 sur le parc éolien du Gâtinais

t = temps de séjour moyen des cadavres (jours)

➤ t = 6,01 sur le parc éolien du Gâtinais

d = probabilité de détection des leurres

➤ d = 0,81 pour les chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais

➤ d = 0,93 pour les oiseaux sur le parc éolien du Gâtinais

b = nombre de recherches effectués sur le terrain

➤ b = 20 sur le parc éolien du Gâtinais

I = intervalle de temps entre chaque recherche (jours)

➤ I = 6,89 sur le parc éolien du Gâtinais

i = intervalle effectif = - log (0,01) x t

➤ i = 12,03 sur le parc éolien du Gâtinais

ê = coefficient correcteur de l'intervalle = Min (I : i) / I

➤ ê = 1,00 sur le parc éolien du Gâtinais

M = nombre de turbines prospectées

➤ M = 10 sur le parc éolien du Gâtinais

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 du Gâtinais, l'intervalle de temps entre les suivis étant en moyenne de 8,1 jours, l'application de cette formule est tout à fait pertinente.

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

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.

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

L'année suivante, une nouvelle formule publiée par Huso (2010) presuppose 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.

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

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.

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

IV.6.1. Mortalité estimée des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais

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 (Tableau 23).

Eolienne	Coefficient A	Nombre de cadavres	Mortalité estimée des chiroptères selon la formule de :		
			Winkelman (1992)	Jones et al. (2009)	Huso (2010)
E2	1,14	1	4,5	3,1	2,9
E3	1,42	1	3,6	2,5	2,4
E4	1,50	1	4,3	3,0	2,8
E5	2,09	0	-	-	-
E7	1,37	0	-	-	-
E8	5,26	0	-	-	-
E9	1,14	0	-	-	-
E10	1,20	1	3,4	2,4	2,2
E11	1,49	0	-	-	-
E12	1,65	1	4,7	3,3	3,1
Parc	1,51	5	23,9	16,5	15,6
Nombre de chiroptères/éolienne			2,4	1,7	1,6
Intervalles de confiance 95%			0,03	0,02	0,02

Tableau 23 : Mortalité réelle estimée des chiroptères, selon les différentes formules, sur le parc éolien du Gâtinais, entre mai et octobre 2022.

En utilisant les biais testés sur le parc éolien, la mortalité des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais est estimée entre $1,6 \pm 0,02$ (Huso, 2010) et $2,4 \pm 0,03$ (Winkelman, 1992) chiroptères tués par éolienne, sur la période étudiée, de juin à octobre 2022.

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

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

Le contexte paysager du parc éolien du Gâtinais est assimilable à la troisième configuration décrite par cet auteur. **En 2022, la mortalité estimée des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais est donc conforme** à l'échelle du parc aux taux de mortalité relevés usuellement sur les autres parcs implantés dans des contextes paysagers similaires, quelle que soit la formule utilisée.

IV.6.2. Mortalité estimée des oiseaux sur le parc éolien du Gâtinais

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 (Tableau 24).

Eolienne	Coefficient A	Nombre de cadavres	Mortalité estimée des oiseaux selon la formule de :		
			Jones et al. (2009)	Huso (2010)	Bastos et al. (2013)
E2	1,14	1	2,5	2,4	3,9
E3	1,42	2	5,0	4,8	4,2
E4	1,50	0	-	-	2,8
E5	2,09	1	-	-	4,3
E7	1,37	1	2,7	2,6	3,7
E8	5,26	0	-	-	5,0
E9	1,14	0	-	-	2,1
E10	1,20	4	8,5	8,1	5,4
E11	1,49	0	-	-	1,4
E12	1,65	1	2,9	2,8	3,4
Parc	1,51	10	28,7	27,2	31,8
Nombre d'oiseaux/éolienne			2,9	2,7	3,2
Intervalles de confiance 95%			0,25	0,23	0,11

Tableau 24 : Mortalité réelle estimée des oiseaux, selon les différentes formules, sur le parc éolien du Gâtinais, entre mai et octobre 2022.

En utilisant les biais testés sur le parc éolien, la mortalité des oiseaux sur le parc éolien du Gâtinais est estimée entre $2,7 \pm 0,23$ (Huso, 2010) et $3,2 \pm 0,11$ (Bastos et al., 2013) oiseaux tués par éolienne, sur la période étudiée, de juin à octobre 2022.

Pour les parcs en Zone de Protection Spéciale (ZPS), une mortalité brute de 2,2 oiseaux/éolienne/an, avec une mortalité réelle estimée moyenne de 7 oiseaux/éolienne/an est attendue (Marx, 2017). **En 2022, la mortalité estimée des oiseaux sur le parc éolien du Gâtinais est donc moins élevée** que les taux de mortalité retrouvés usuellement sur les parcs implantés en ZPS.

IV.7. Vulnérabilité des espèces retrouvées sur le parc éolien du Gâtinais

IV.7.1. Calcul de la note de risque

Pour les oiseaux, la note de sensibilité à l'activité éolienne est déterminée en fonction de la mortalité européenne constatée (Dürr, 2021), 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, 2021) :

- 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 25 : 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.

Espèce		Nombre de cadavres en 2022	Eolienne(s) mortifère(s)	Date	LR France	Note de risque
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	1	E12	Migration automnale	VU	4
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	E2 + E10	Parturition Transition automnale	NT	3,5
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	5	E3 + E10 x4	Reproduction Migration automnale	NT	3
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	1	E5	Transition	NT	2
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	1	E3	Reproduction	LC	1,5
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	1	E7	Transition	LC	1
Pigeon indéterminé		1	E12	Transition	-	-

Espèce		Nombre de cadavres en 2022	Eolienne(s) mortifère(s)	Date	LR France	Note de risque
Pipistrelle indéterminée		2	E3 + E4	Parturition	-	-
Passereau indéterminé		1	E2	Reproduction	-	-

Tableau 26 : Vulnérabilité de chaque espèce retrouvée lors des suivis de mortalité au sol effectués sur le parc éolien du Gâtinais.

IV.8. Comparaison de la mortalité entre 2021 et 2022

Lors des suivis réalisés sur la saison 2022, 15 cadavres dont 5 chiroptères (1 Noctule commune, 2 Pipistrelles communes et 2 Pipistrelles indéterminées) et 10 oiseaux (5 Faucons crécerelles, 1 Bruant proyer, 1 Mésange charbonnière, 1 Pigeon sp et 1 Passereau sp) ont été retrouvés contre 26 en 2021 (19 chiroptères et 6 oiseaux).

Sur les deux années de suivis, 41 cadavres dont 24 de chiroptères et 17 d'oiseaux ont été retrouvés sous les éoliennes du parc du Gâtinais. Les éoliennes les plus mortifères sont l'E2 et l'E3 avec 7 cadavres (Tableau 26).

Eoliennes		2016 (Ecosphère)	2018 (Calidris)	2021 (SensOfLife)	2022 (SensOfLife)	Total	Total par éolienne
E1	Oiseau	-	Non suivi	2	Non suivi	2	3
	Chiroptère	-		1		1	
E2	Oiseau	Non suivi	1	-	1	2	10
	Chiroptère		2	5	1	8	
E3	Oiseau	1	Non suivi	2	2	5	10
	Chiroptère	2		2	1	5	
E4	Oiseau	Non suivi	-	1	-	1	10
	Chiroptère		6	2	1	9	
E5	Oiseau	1	Non suivi	-	1	2	8
	Chiroptère	3		3	-	6	
E6	Oiseau	-	Non suivi	1	Non suivi	1	4
	Chiroptère	3		-		3	
E7	Oiseau	Non suivi	-	Non suivi	1	1	1
	Chiroptère		-		-	0	
E8	Oiseau	1	Non suivi	-	-	1	2
	Chiroptère	-		1	-	1	
E9	Oiseau	Non suivi	1	-	-	1	4
	Chiroptère		1	2	-	3	
E10	Oiseau	Non suivi	-	Non suivi	4	4	5
	Chiroptère		-		1	1	
E11	Oiseau	3	Non suivi	-	-	3	6
	Chiroptère	2		1	-	3	
E12	Oiseau	Non suivi	-	1	1	2	5
	Chiroptère		-	2	1	3	
		Total	16	11	26	15	68

Tableau 27 : Bilan de la mortalité entre 2021 et 2022.

⇒ Synthèse du suivi de mortalité du parc éolien du Gâtinais

Au total, 15 collisions ont été constatées sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.

Parmi eux, on dénombre dix oiseaux de quatre espèces différentes et deux indéterminés : cinq **Faucon crécerelle** dont la note de risque est de 3/4,5, un **Martinet noir** dont la note de risque est de 2/4,5, un **Bruant proyer** dont le note de risque est de 1,5/4,5 puis une **Mésange charbonnière** dont la note de risque est de 1/4,5.

Une fois cette mortalité brute corrigée avec les biais de prédition et d'observateur, ainsi qu'avec la surface réellement prospectée, la mortalité des oiseaux sur le parc éolien du Gâtinais est estimée entre **2,7 ± 0,23** (Huso, 2010) et **3,2 ± 0,11** (Bastos *et al.*, 2013) **oiseaux tués par éolienne**, sur la période étudiée, de juin à octobre 2022.

En 2022, à l'échelle du parc, la mortalité estimée des oiseaux sur le parc éolien du Gâtinais est donc **conforme** aux taux de mortalité retrouvés usuellement sur les parcs implantés en Zone de Protection Spéciale (Marx, 2017).

On trouve également 5 chiroptères parmi les cadavres retrouvés au sol : une **Noctule commune**, dont la note de risque est de 4/4,5, 2 **Pipistrelles communes** dont la note de risque est de 3,5/4,5 et deux **Pipistrelles indéterminées**.

Une fois la mortalité brute corrigée avec les biais de prédition et d'observateur, ainsi qu'avec la surface réellement prospectée, la mortalité des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais est estimée entre **1,6 ± 0,02** (Huso, 2010) et **2,4 ± 0,03** (Winkelman, 1992) **chiroptères tués par éolienne**, sur la période étudiée, de juin à octobre 2022.

En 2022, à l'échelle du parc, la mortalité réelle estimée des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais est donc **conforme** aux taux de mortalité relevés usuellement sur les autres parcs implantés dans des contextes paysagers similaires (Rydell *et al.*, 2010).

V. Suivi de l'activité des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais

V.1. Matériel et méthodes

V.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 interagiront réellement avec les pales des machines. Le suivi des chiroptères a été réalisé du 16 juin au 31 octobre 2022, afin de comprendre comment le site est utilisé par ces espèces. Afin de qualifier les déplacements en hauteur, quatre TrackBats (version acoustique) ont été mis en place en nacelle des éoliennes E2, E5, E8 et E11, car elles présentaient un impact fort sur les chiroptères lors des suivis de mortalité effectués entre 2016 et 2021.

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.

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 20).

Le stockage est réalisé sur une clé USB de 256 Go : cette capacité de stockage permet de limiter les opérations de maintenance. Ils disposent d'une connexion 3G permettant d'évaluer à distance les paramètres critiques du fonctionnement du matériel (nombre de fichiers enregistrés, tension d'alimentation, espace de stockage libre). Ces enregistreurs sont montés dans un boîtier métallique étanche (IP68) assurant un blindage contre les perturbations électromagnétiques.

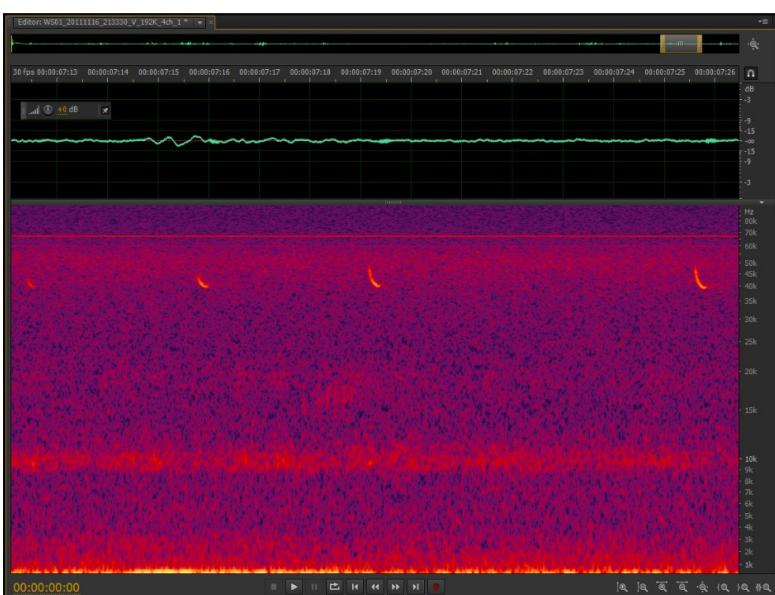


Figure 20 : Exemple de fichier son collecté sur le système d'enregistrement TrackBat.

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 boîtiers sont fixés à l'intérieur de la nacelle et les microphones sont déportés sur la face inférieure de celle-ci.



Figure 21 : Microphone mobilisé pour les études en altitude (à gauche) et boîtier TrackBat avec microphones déportés, installé en nacelle d'une éolienne (à droite).

V.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 28.

Les sons bruts sont analysés par un logiciel automatique avec un contrôle manuel des identifications ambiguës. 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.

Nom Français	Nom Latin	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	Petits Myotis
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteini</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	Nyctaloids
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	
Sérotine Bicolore	<i>Vespertilio 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>		Oreillards sp.
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrobularis</i>		
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 28 : Possibilité d'identification des chauves-souris européennes en fonction de leurs émissions ultrasonores

Dans cette étude, l'identification a été menée en combinant trois outils :

- Audacity, un logiciel libre d'analyse et de traitement de son (<http://audacity.fr/>). Il a été utilisé pour vérifier rapidement les sons ;
- Un système de mesure comparable à Sonobat 3.2, un logiciel payant de mesure de sons, dédié à l'identification de chauves-souris (<http://www.sonobat.com/>). Grâce à des algorithmes d'analyse intelligents, Sonobat génère des mesures automatiques des cris d'écholocation identifiés dans les enregistrements. 76 valeurs sont mesurées sur chaque cri. Les fichiers .csv obtenus sont ensuite utilisés pour l'identification proprement dite ;
- Un analogue d'IbatsID (<http://ibatsid.eu-west-1.elasticbeanstalk.com/>), une plateforme Java mobilisant des réseaux de neurones artificiels pour identifier les chauves-souris européennes à partir de leurs enregistrements ultrasonores.

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 atténuées de manière différente par l'atmosphère (Figure 22 et Figure 23).

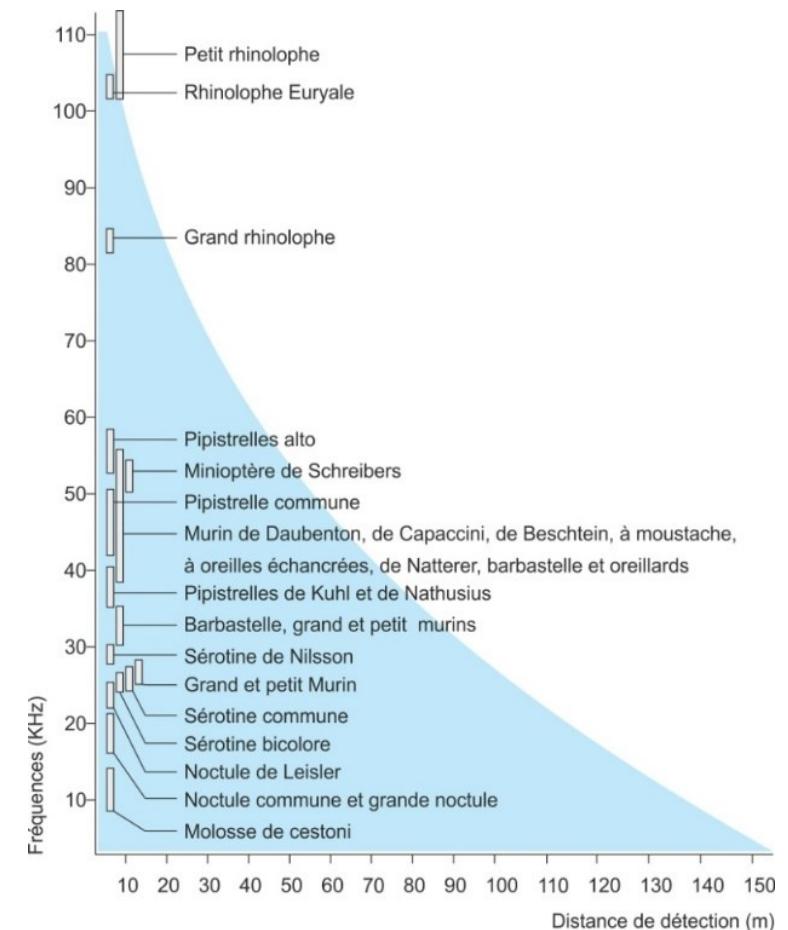


Figure 22 : Distance de détection des espèces de chauves-souris en fonction de leur fréquence d'émission

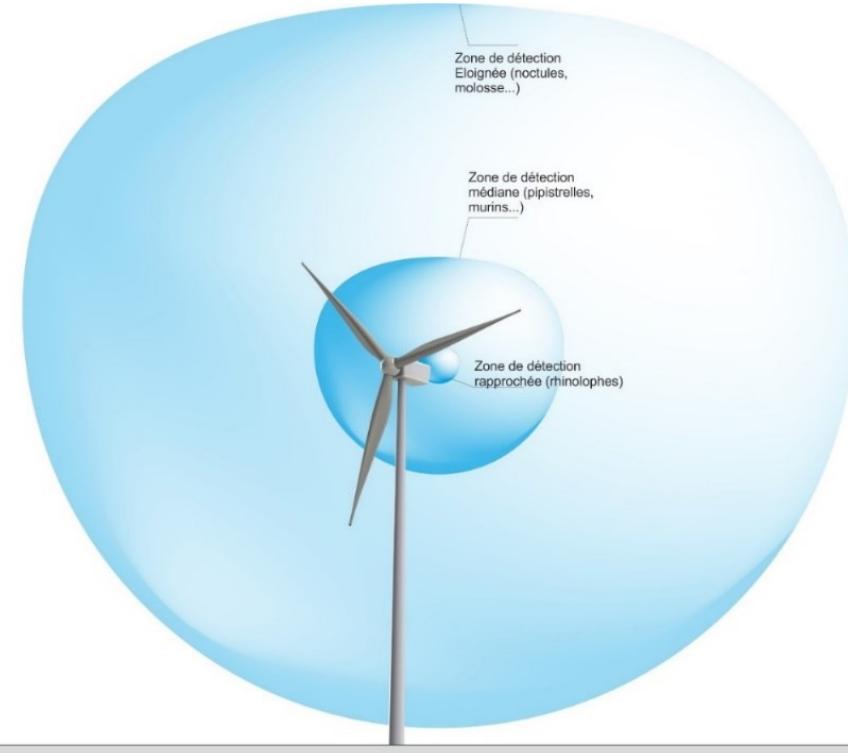


Figure 23 : Représentation des volumes de détection en fonction des groupes d'espèces

Pour prendre en compte ces variations, nous avons utilisé les facteurs de correction préconisés par Michel Barataud récapitulés dans le Tableau 29. 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.

milieu ouvert			
Intensité d'émission	Espèces	distance détection	coefficient détectabilité
faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	10	2,50
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2,50
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	1,70
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1,70
	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	1,70
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,70
moyenne	<i>Myotis oxygnathus</i>	20	1,20
	<i>Myotis myotis</i>	20	1,20
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1,00
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	30	0,83
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	30	0,83
forte	<i>Pipistrellus nathusii</i>	30	0,83
	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83
	<i>Hypsugo savii</i>	40	0,71
	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0,71
	<i>Plecotus spp</i>	40	0,71
très forte	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50
	<i>Vesperugo murinus</i>	50	0,50
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17

sous-bois			
Intensité d'émission	Espèces	distance détection	coefficient détectabilité
faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Plecotus spp</i>	5	5,00
	<i>Myotis emarginatus</i>	8	3,10
	<i>Myotis nattereri</i>	8	3,10
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	10	2,50
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50
	<i>Myotis daubentonii</i>	10	2,50
	<i>Myotis bechsteinii</i>	10	2,50
moyenne	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,70
	<i>Myotis oxygnathus</i>	15	1,70
	<i>Myotis myotis</i>	15	1,70
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	20	1,20
	<i>Miniopterus schreibersii</i>	20	1,20
forte	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00
	<i>Hypsugo savii</i>	30	0,83
	<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0,83
très forte	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50
	<i>Vesperugo murinus</i>	50	0,50
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17

Tableau 29 : Coefficients de détectabilité des principales espèces de chauves-souris européennes

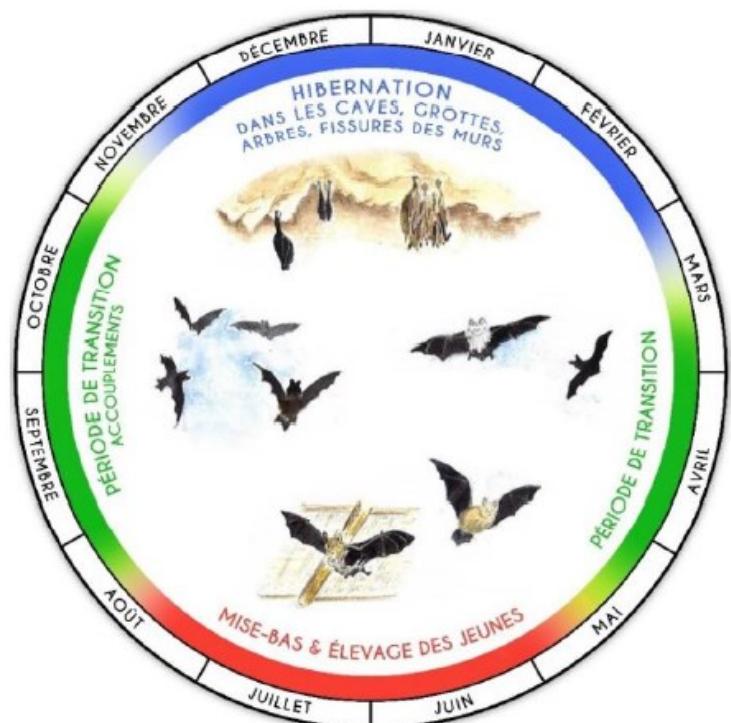


Figure 24 : Cycle biologique des chiroptères, LPO Touraine.

V.2. Résultats des suivis d'activité chiroptérologique

V.2.1. Activité brute et corrigée par espèce

Les enregistrements des ultrasons ont eu lieu en continu du 16 juin au 31 octobre 2022. Ces suivis permettent de caractériser les espèces fréquentant les différents sites, et leurs activités. Le Tableau 30 et le Tableau 64 synthétise le nombre de contacts bruts et corrigés pour chaque espèce contactée à hauteur des nacelles des éoliennes E2, E5, E8 et E11. Au total, 5 555 contacts de chiroptères ont été enregistrés sur le parc éolien du Gâtinais, dont 15,04% sur l'éolienne E2, 21,27% sur l'éolienne E5, 31,53% sur l'éolienne E8 et 32,16% sur l'éolienne E11. En corrigeant ce nombre en fonction des volumes de détection de chaque espèce, 4 315,46 contacts sont comptabilisés.

Six espèces ont été contactées et déterminées avec précision :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représente 83,84% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représente 5,09% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) représente 3,12% des contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représente 2,76% des contacts ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représente 1,44% des contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représente 0,34% des contacts.

Le groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius représente 2,40%,

Les Chiroptères indéterminés représentent 0,30%,

Le groupe des Nyctaloïdes représente 0,21%,

Le groupe des Rhinolophes représente 0,15%.

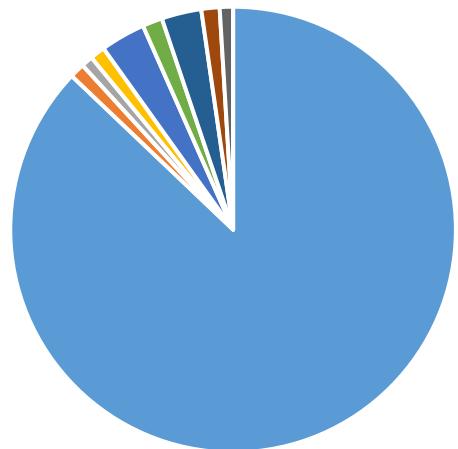
Contacts bruts	Eolienne E2		Eolienne E5		Eolienne E8		Eolienne E11		Parc éolien	
	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion
Pipistrelle commune	723	87,11%	979	83,32%	1380	80,05%	1277	69,93%	4359	78,47%
Pipistrelle de Kuhl	9	1,08%	24	2,04%	108	6,26%	142	7,78%	283	5,09%
Pipistrelle de Nathusius	7	0,84%	32	2,72%	60	3,48%	63	3,45%	162	2,92%
Noctule commune	27	3,25%	53	4,51%	75	4,35%	93	5,09%	248	4,46%
Noctule de Leisler	12	1,45%	5	0,43%	15	0,87%	16	0,88%	48	0,86%
Sérotine commune	24	2,89%	50	4,26%	28	1,62%	136	7,45%	238	4,28%
Groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius	9	1,08%	18	1,53%	37	2,15%	61	3,34%	125	2,25%
Chiroptères indéterminés	8	0,96%	5	0,43%	13	0,75%	0	0%	26	0,47%
Groupe des Nyctaloïdes	11	1,33%	9	0,77%	8	0,46%	25	1,37%	53	0,95%
Groupe des Rhinolophes	0	0%	0	0%	0	0%	13	0,71%	13	0,23%
Total	830	100%	1175	100%	1724	100%	1826	100%	5555	100%

Tableau 30 : Nombre de contacts bruts en fonction du volume de détection de chaque espèce de chiroptères, en nacelle de E2, E5, E8 et E11 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

Contacts corrigés	Eolienne E2		Eolienne E5		Eolienne E8		Eolienne E11		Parc éolien	
	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion
Pipistrelle commune	600,09	92,44%	812,57	88,53%	1145,4	84,17%	1059,91	76,38%	3617,97	83,84%
Pipistrelle de Kuhl	7,47	1,15%	19,92	2,17%	89,64	6,59%	117,86	8,49%	234,89	5,44%
Pipistrelle de Nathusius	5,81	0,89%	26,56	2,89%	49,8	3,66%	52,29	3,77%	134,46	3,12%
Noctule commune	6,75	1,04%	13,25	1,44%	18,75	1,38%	23,25	1,68%	62	1,44%
Noctule de Leisler	3,72	0,57%	1,55	0,17%	4,65	0,34%	4,96	0,36%	14,88	0,34%
Sérotine commune	12	1,85%	25	2,72%	14	1,03%	68	4,90%	119	2,76%
Groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius	7,47	1,15%	14,94	1,63%	30,71	2,26%	50,63	3,65%	103,75	2,40%
Chiroptères indéterminés	4	0,62%	2,5	0,27%	6,5	0,48%	0	0%	13	0,30%
Groupe des Nyctaloïdes	1,87	0,29%	1,53	0,17%	1,36	0,10%	4,25	0,31%	9,01	0,21%
Groupe des Rhinolophes	0	0%	0	0%	0	0%	6,5	0,47%	6,5	0,15%
Total	649,18	100%	917,82	100%	1360,81	100%	1387,65	100%	4315,46	100%

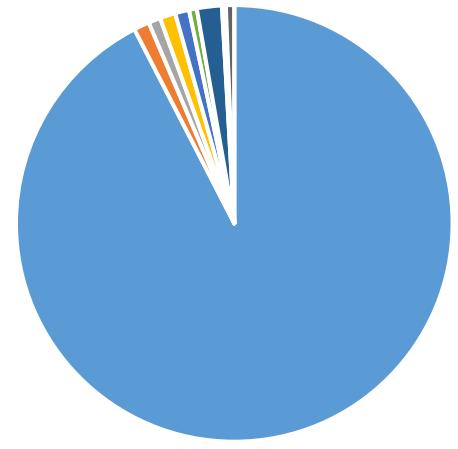
Tableau 31 : Nombre de contacts corrigés en fonction du volume de détection de chaque espèce de chiroptères, en nacelle de E2, E5, E8 et E11 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

Nombre de contacts bruts par espèce de chiroptères, en nacelle de l'éolienne E2

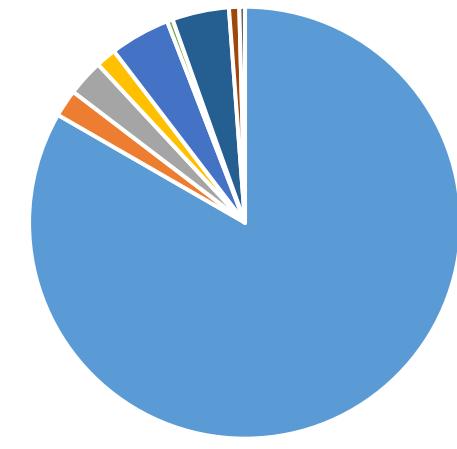


- Pipistrelle commune
- Pipistrelle de Kuhl
- Pipistrelle de Nathusius
- Groupe Pipistrelle Kuhl/Nathusius
- Noctule commune
- Noctule de Leisler
- Sérotine commune
- Groupe des Nyctaloïdes
- Chiroptères indéterminés
- Groupe des Rhinolophes

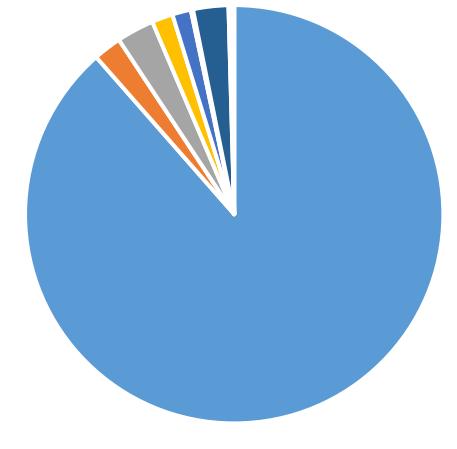
Nombre de contacts corrigés par espèce de chiroptères, en nacelle de l'éolienne E2



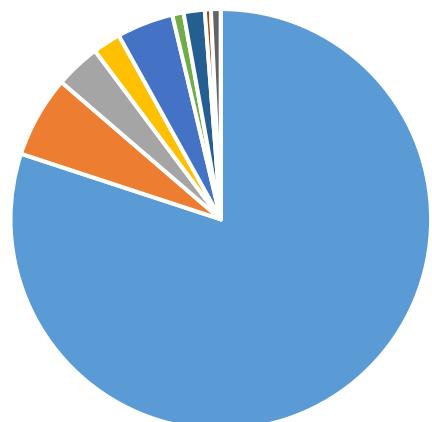
Nombre de contacts bruts par espèce de chiroptères, en nacelle de l'éolienne E5



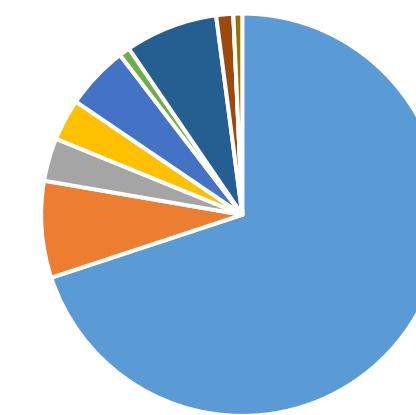
Nombre de contacts corrigés par espèce de chiroptères, en nacelle de l'éolienne E5



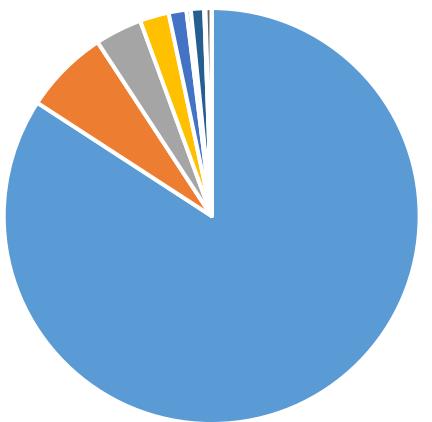
Nombre de contacts bruts par espèce de chiroptères, en nacelle de l'éolienne E8



Nombre de contacts bruts par espèce de chiroptères, en nacelle de l'éolienne E11

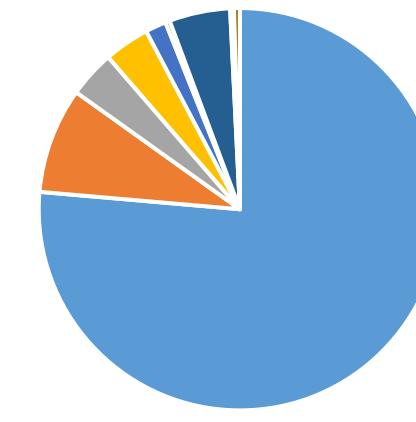


Nombre de contacts corrigés par espèce de chiroptères, en nacelle de l'éolienne E8

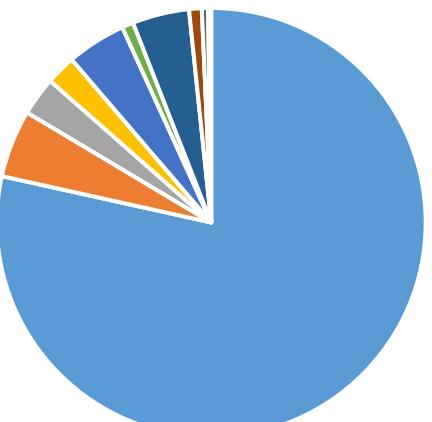


- Pipistrelle commune
- Pipistrelle de Kuhl
- Pipistrelle de Nathusius
- Groupe Pipistrelle Kuhl/Nathusius
- Noctule commune
- Noctule de Leisler
- Sérotine commune
- Groupe des Nyctaloïdes
- Chiroptères indéterminés
- Groupe des Rhinolophes

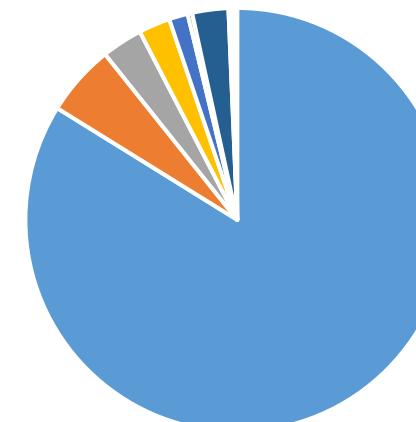
Nombre de contacts corrigés par espèce de chiroptères, en nacelle de l'éolienne E11



Nombre de contacts bruts par espèce de chiroptères, sur le parc éolien du Gâtinais



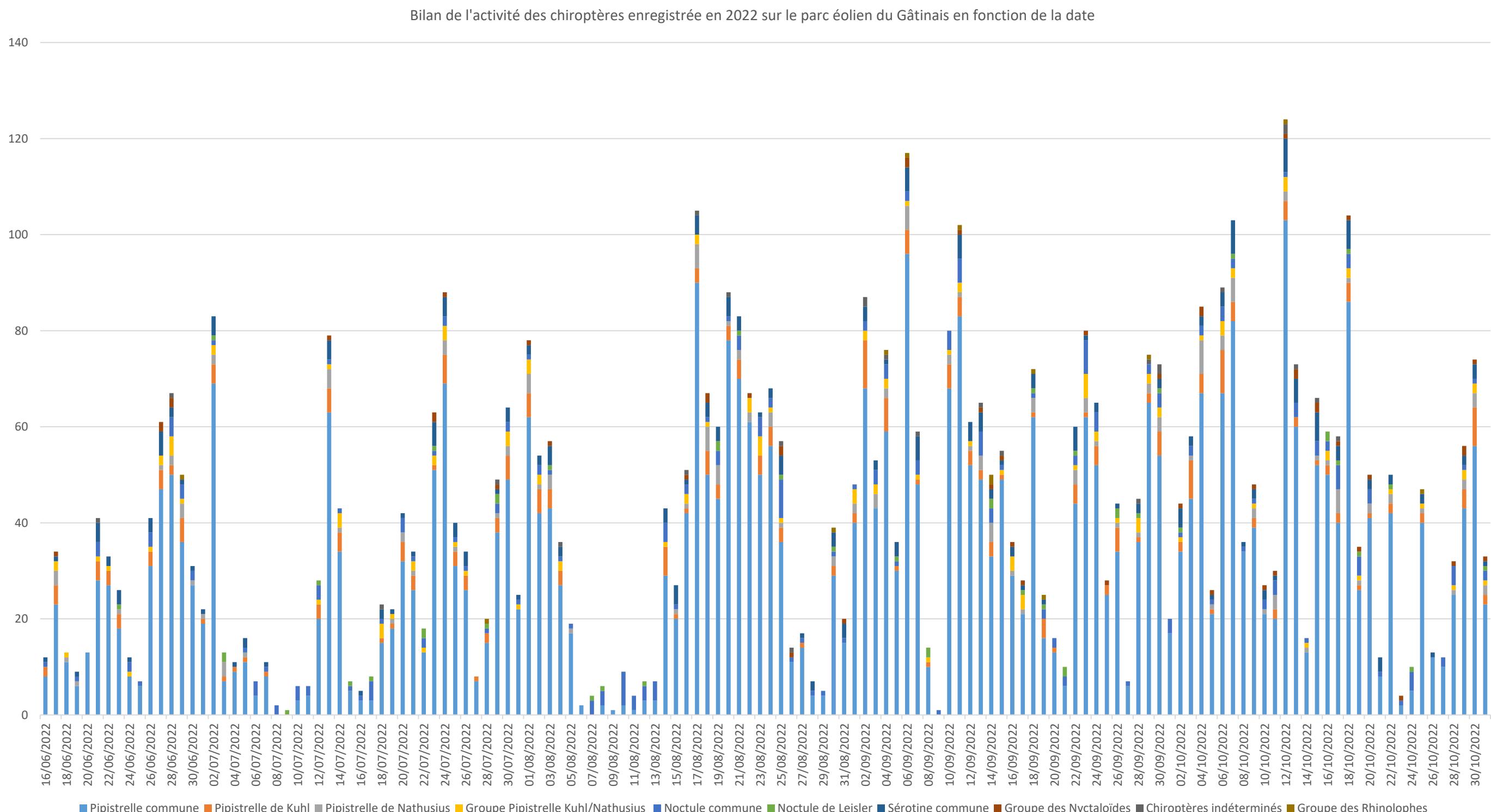
Nombre de contacts corrigés par espèce de chiroptères, sur le parc éolien du Gâtinais



Graphique 15 : Proportion (brute et corrigée) des espèces contactées en nacelle des éoliennes E2, E5, E8, E11 et sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

V.2.2. Activité des chiroptères en fonction de la date

Sur le parc éolien du Gâtinais, l'activité chiroptérologique a été enregistrée du 16 juin au 31 octobre 2022 (Graphique 16), dont 90% de l'activité entre le 3 juillet et le 31 octobre 2022. Un pic d'activité a été relevé le 12 octobre 2022 (n = 124), en période de migration automnale.

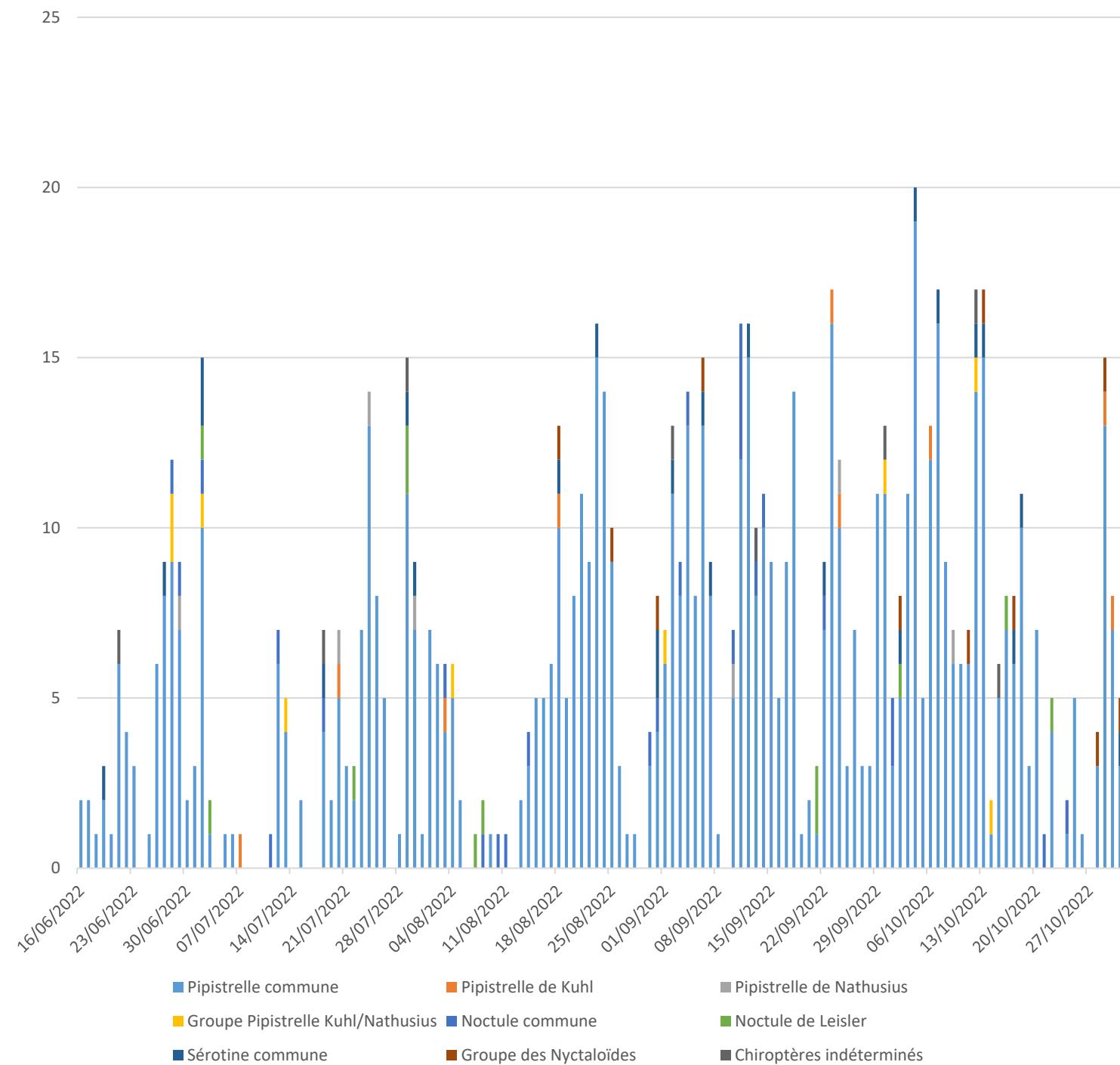


Graphique 16 : Activité des chiroptères en fonction de la date, sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.

En nacelle de l'éolienne E2 (Graphique 17), les premiers contacts de chiroptères ont été enregistrés le 16 juin 2022, deux Pipistrelles communes, et les derniers contacts le 31 octobre 2022, trois Pipistrelles communes, une Sérotine commun et un individu appartenant au groupe des Nyctaloïdes.

Toutes espèces confondues, en nacelle de l'éolienne E2, un pic d'activité a été enregistré le 4 octobre 2022 ($n = 20$, soit 2,41% de l'activité enregistrée sous cette éolienne), en période de migration automnale.

Activité des chiroptères enregistrée en 2022 en nacelle de l'éolienne E2 du parc éolien du Gâtinais en fonction de la date

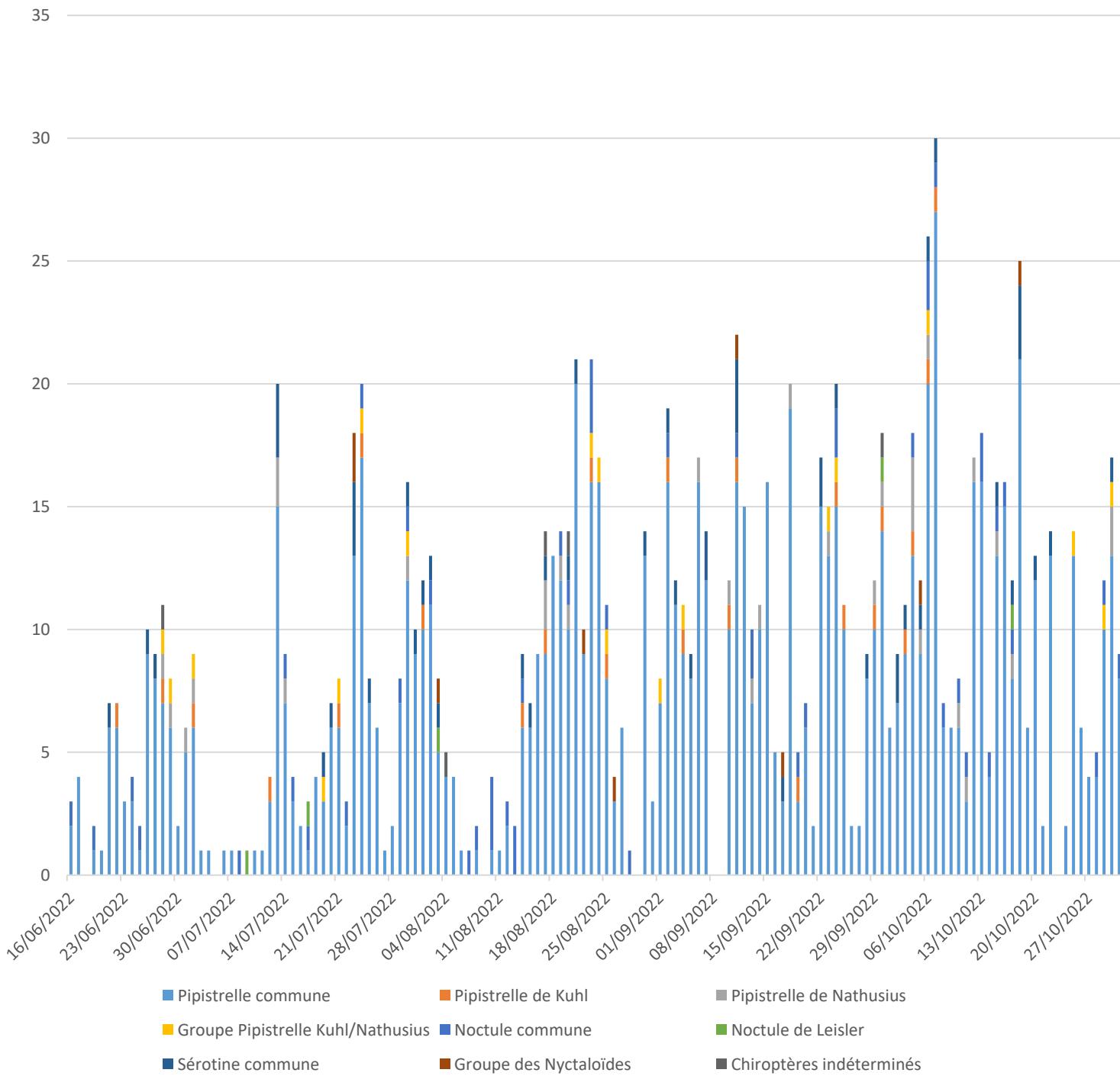


Graphique 17 : Activité de chaque espèce de chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E2 du parc éolien du Gâtinais en 2022

En nacelle de l'éolienne E5 (Graphique 18), les premiers contacts de chiroptères ont été enregistrés le 16 juin 2022, deux Pipistrelles communes et une Noctule commune, et les derniers contacts le 31 octobre 2022, huit Pipistrelles communes et une Noctule commune.

Toutes espèces confondues, en nacelle de l'éolienne E5, un pic d'activité a été enregistré le 7 octobre 2022 ($n = 30$, soit 2,55% de l'activité enregistrée sous cette éolienne), en période de migration automnale.

Activité des chiroptères enregistrée en 2022 en nacelle de l'éolienne E5 du parc éolien du Gâtinais en fonction de la date

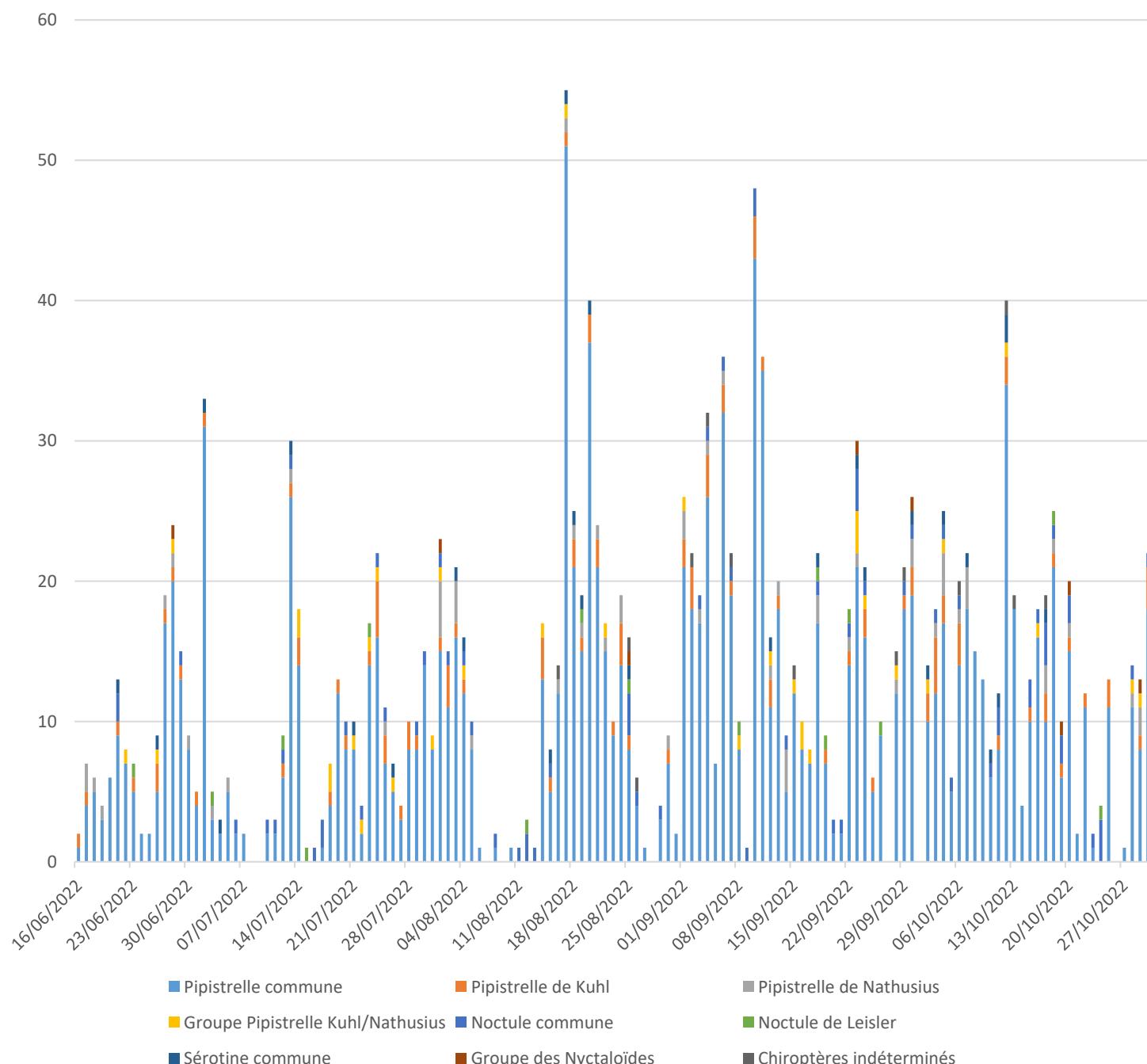


Graphique 18 : Activité de chaque espèce de chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E5 du parc éolien du Gâtinais en 2022

En nacelle de l'éolienne E8 (Graphique 19), les premiers contacts de chiroptères ont été enregistrés le 16 juin 2022, une Pipistrelle commune et une Noctule commune, et les derniers contacts le 31 octobre 2022, neuf Pipistrelles communes, deux Pipistrelles de Kuhl, une Noctule commune et un individu appartenant au groupe des Pipistrelles Kuhl/Nathusius.

Toutes espèces confondues, en nacelle de l'éolienne E8, un pic d'activité a été enregistré le 17 août 2022 ($n = 55$, soit 3,19% de l'activité enregistrée sous cette éolienne), en début de période de migration automnale.

Activité des chiroptères enregistrée en 2022 en nacelle de l'éolienne E8 du parc éolien du Gâtinais en fonction de la date

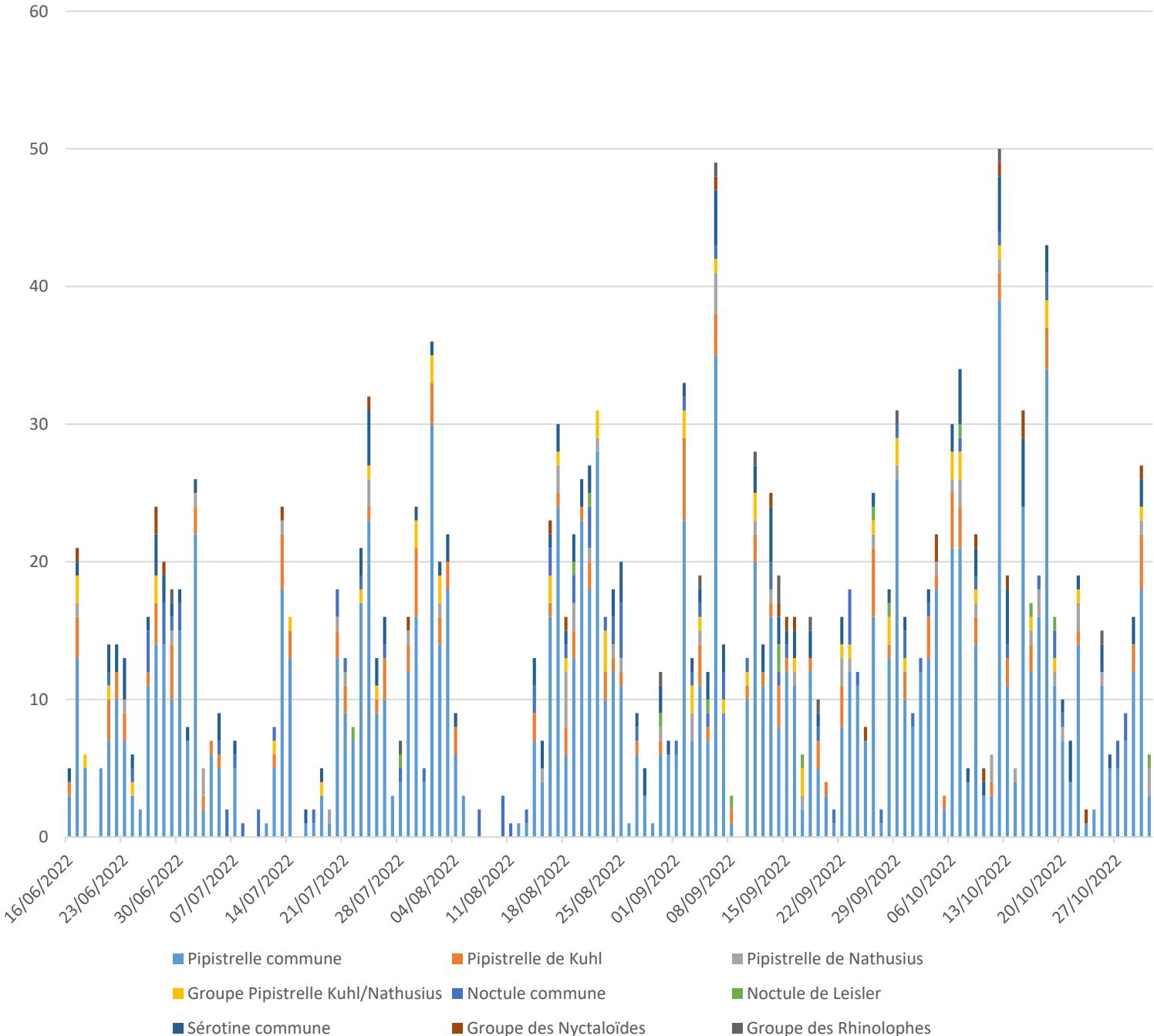


Graphique 19 : Activité de chaque espèce de chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E8 du parc éolien du Gâtinais en 2022

En nacelle de l'éolienne E11 (Graphique 20), les premiers contacts de chiroptères ont été enregistrés le 16 juin 2022, trois Pipistrelles communes, une Pipistrelle de Kuhl et une Sérotine commune, et les derniers contacts le 31 octobre 2022, trois Pipistrelles communes, deux Pipistrelles de Nathusius et Noctule de Leisler.

Toutes espèces confondues, en nacelle de l'éolienne E11, un pic d'activité a été enregistré le 12 octobre 2022 ($n = 50$, soit 2,74% de l'activité enregistrée sous cette éolienne), en période de migration automnale.

Activité des chiroptères enregistrée en 2022 en nacelle de l'éolienne E11 du parc éolien du Gâtinais en fonction de la date



Graphique 20 : Activité de chaque espèce de chiroptères en fonction de la date, en nacelle de l'éolienne E11

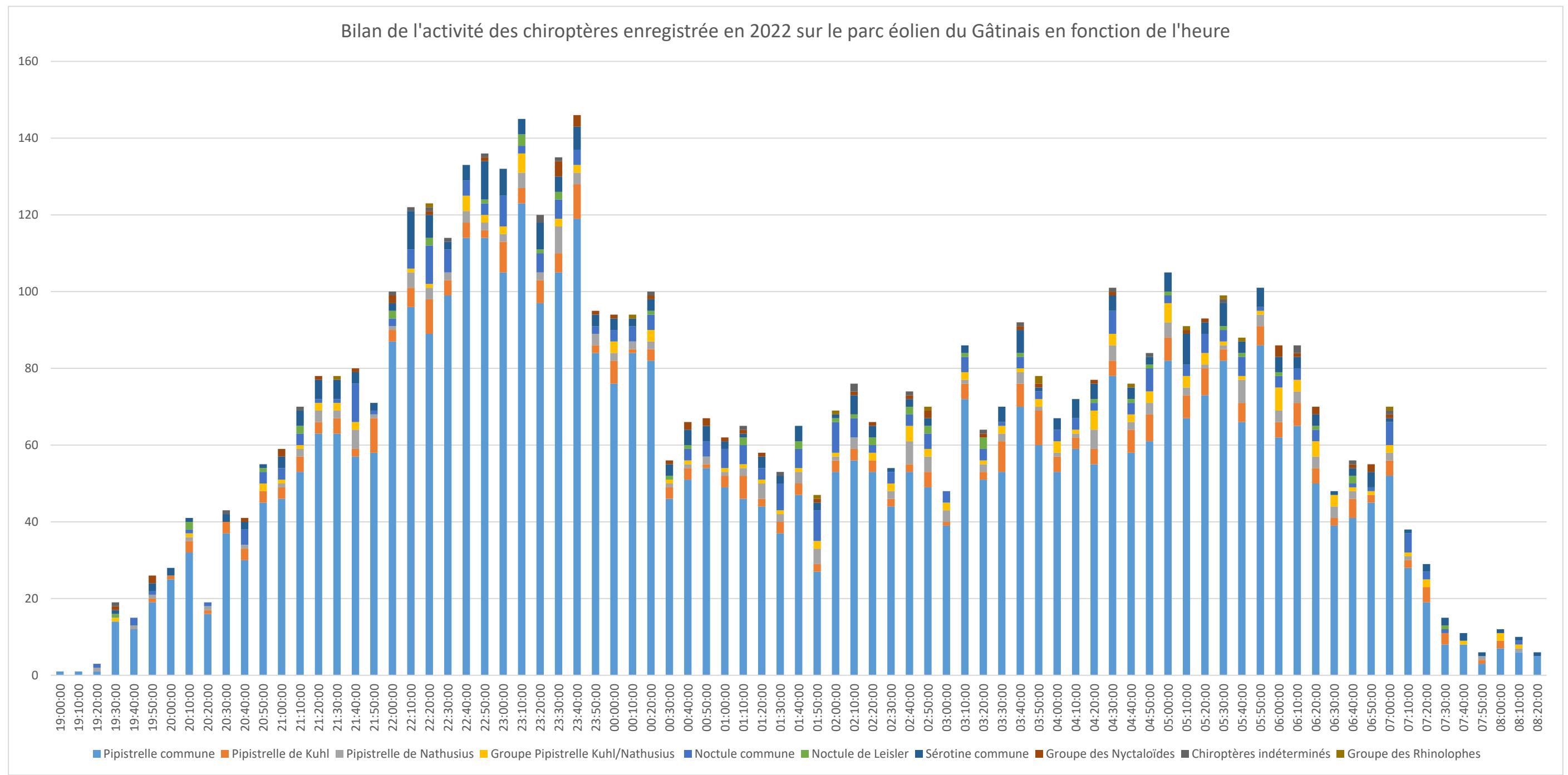
du parc éolien du Gâtinais en 2022

V.2.3. Activité des chiroptères en fonction de l'heure

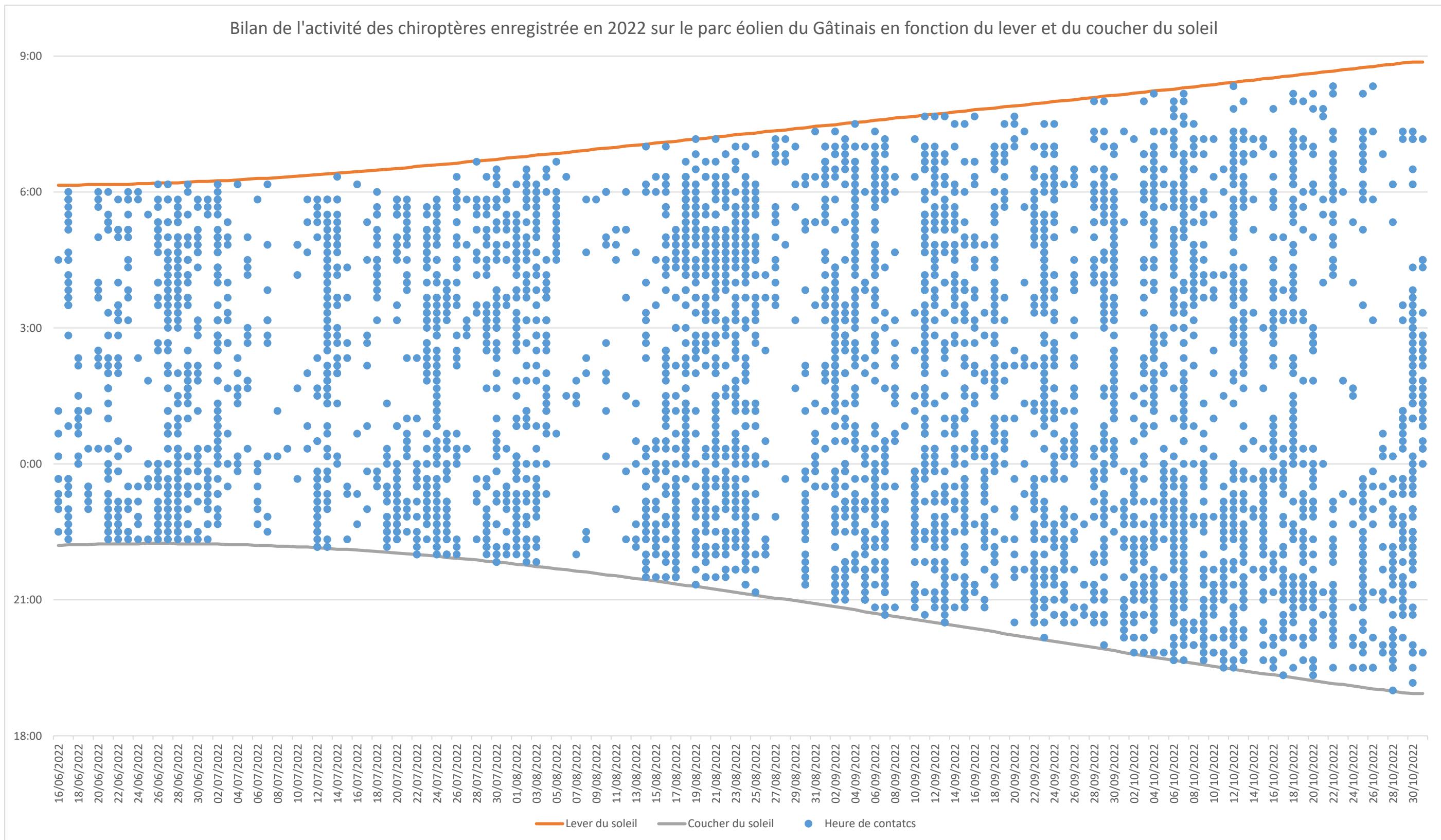
Sur le parc éolien du Gâtinais, **l'ensemble de l'activité se déroule entre 19h00 et 08h20** (Graphique 21) avec un pic d'activité à 23h40 (n = 146 contacts, soit 2,63% de l'activité totale enregistrée), composé de 119 contacts de Pipistrelle commune, 9 contacts de Pipistrelle de Kuhl, 3 contacts de Pipistrelle de Nathusius, 2 contacts du groupe des Pipistrelles Kuhl/Nathusius, 4 contacts de Noctule commune, 3 contacts du groupe des Nyctaloïdes et 6 contacts de Sérotine commune.

La Pipistrelle commune est l'espèce enregistrée le plus tôt, à 19h00, et la Pipistrelle commune et la Sérotine commune sont les deux espèces enregistrées le plus tard, à 08h20, montrant ainsi la plus grande amplitude d'activité en termes d'horaires pour la Pipistrelle commune.

La majeure partie de l'activité des chiroptères est concentrée entre le coucher et le lever du soleil (Graphique 22), dont **plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se situant entre 20h50 et 06h30, ce qui illustre donc que l'activité est bien continue tout au long de la nuit sur le parc éolien.**

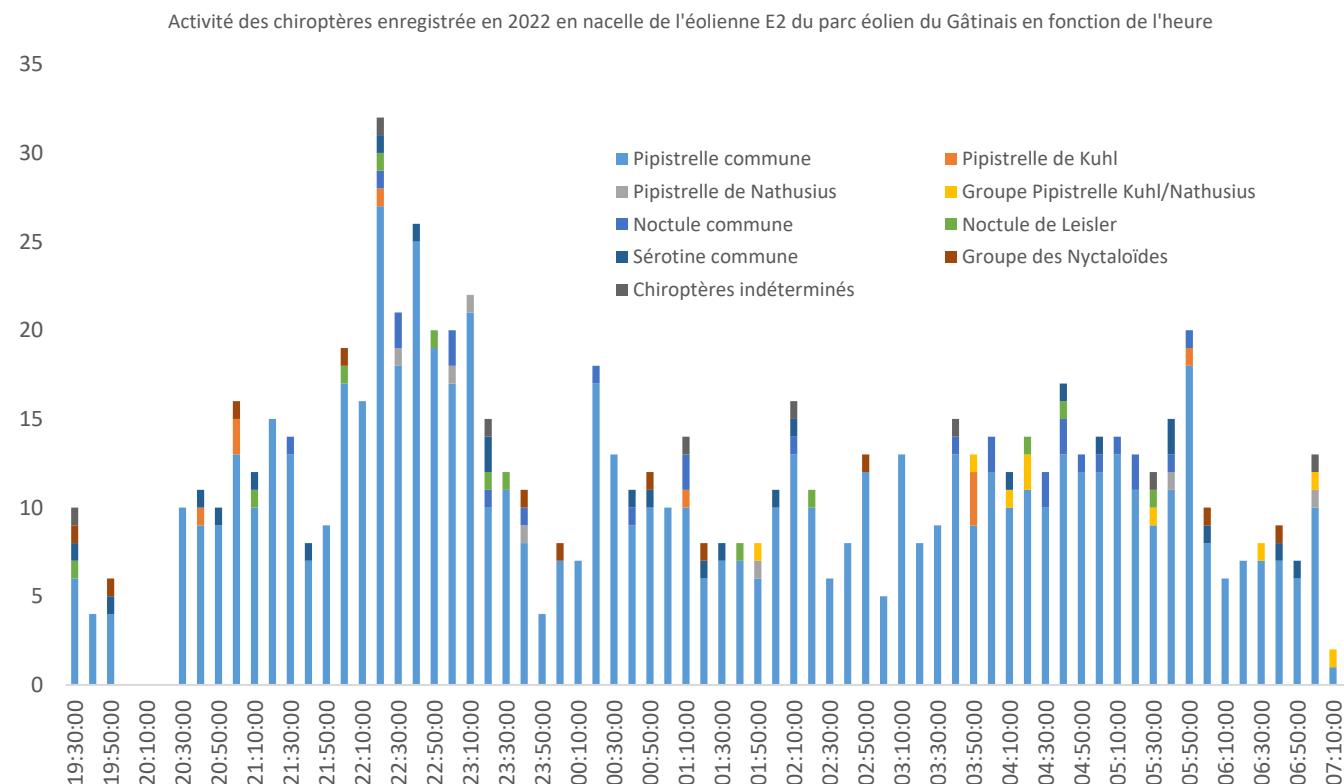


Graphique 21 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure, enregistrée entre juin et octobre 2022, sur le parc éolien du Gâtinais.

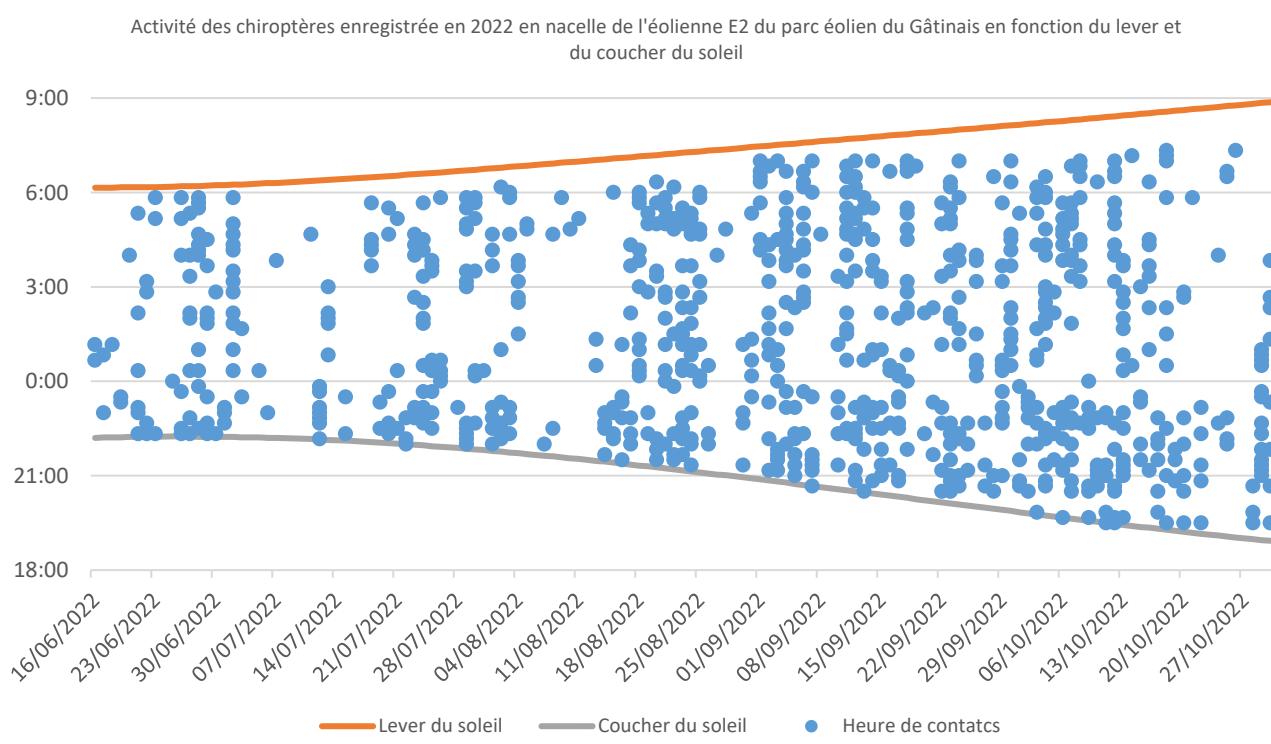
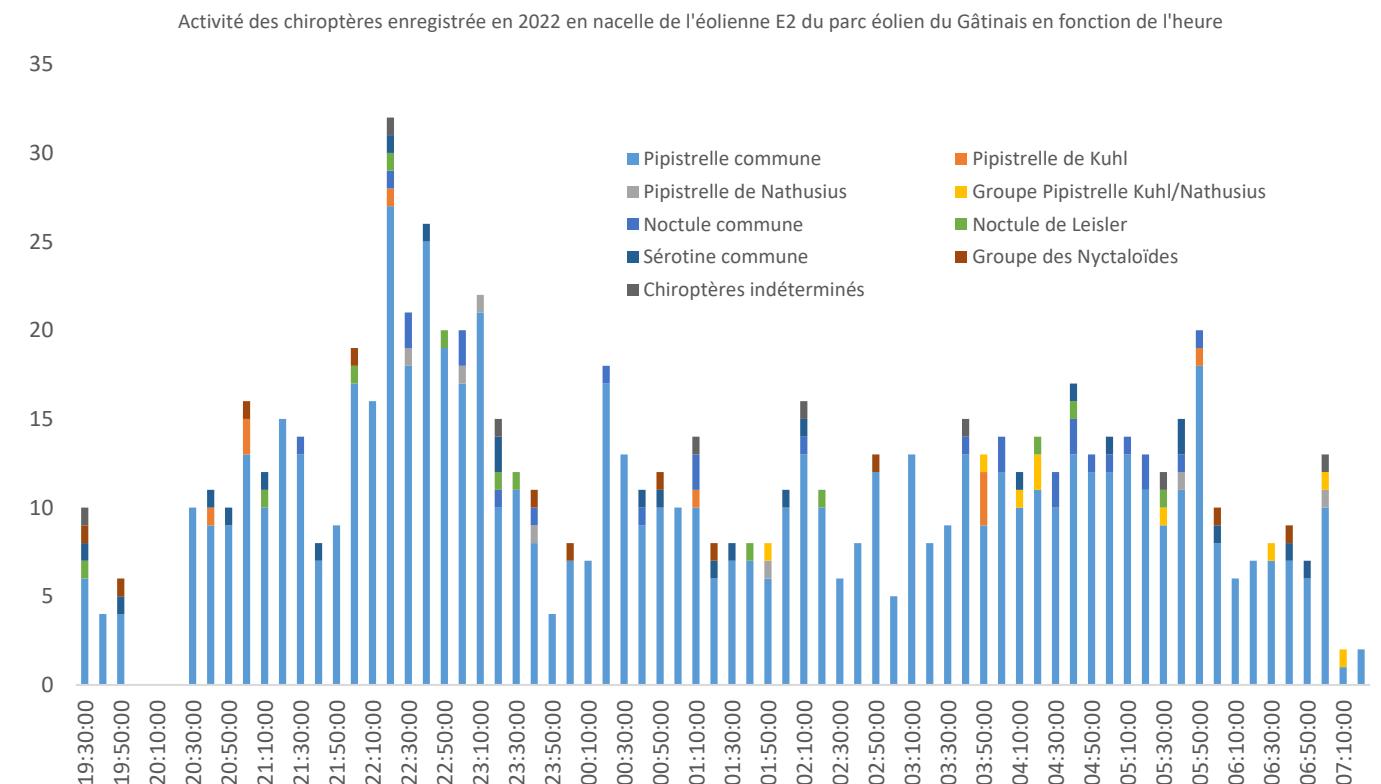


Graphique 22 : Activité des chiroptères en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée entre juin et octobre 2022, sur le parc éolien du Gâtinais.

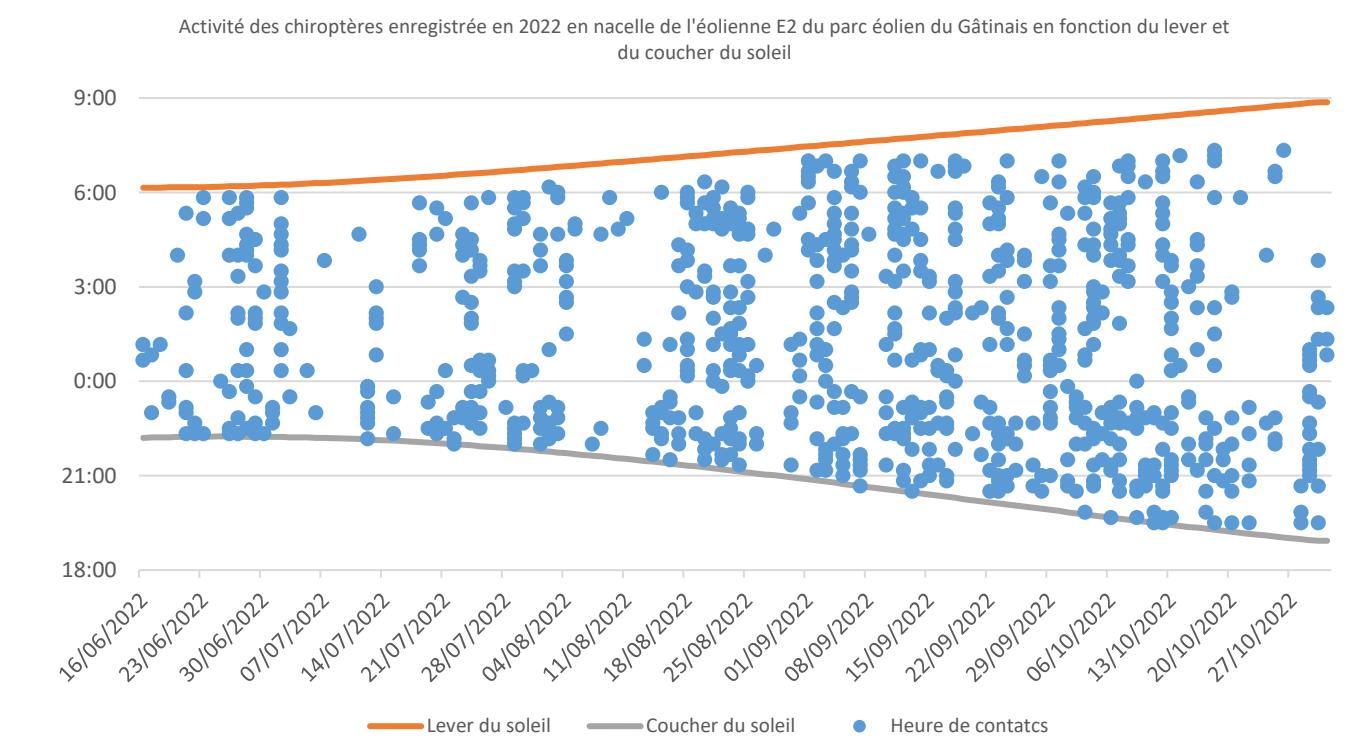
En nacelle de l'éolienne E2 (Graphique 23), l'ensemble de l'activité se déroule entre 19h30 et 07h20. (Un pic d'activité à 22h20 (n = 32)). Dont plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se situant entre 20h30 et 06h00.



En nacelle de l'éolienne E5 (Graphique 24), l'ensemble de l'activité se déroule entre 19h30 et 07h20. (Un pic d'activité à 23h30 (n = 36)). Dont plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se situant entre 21h00 et 06h20.

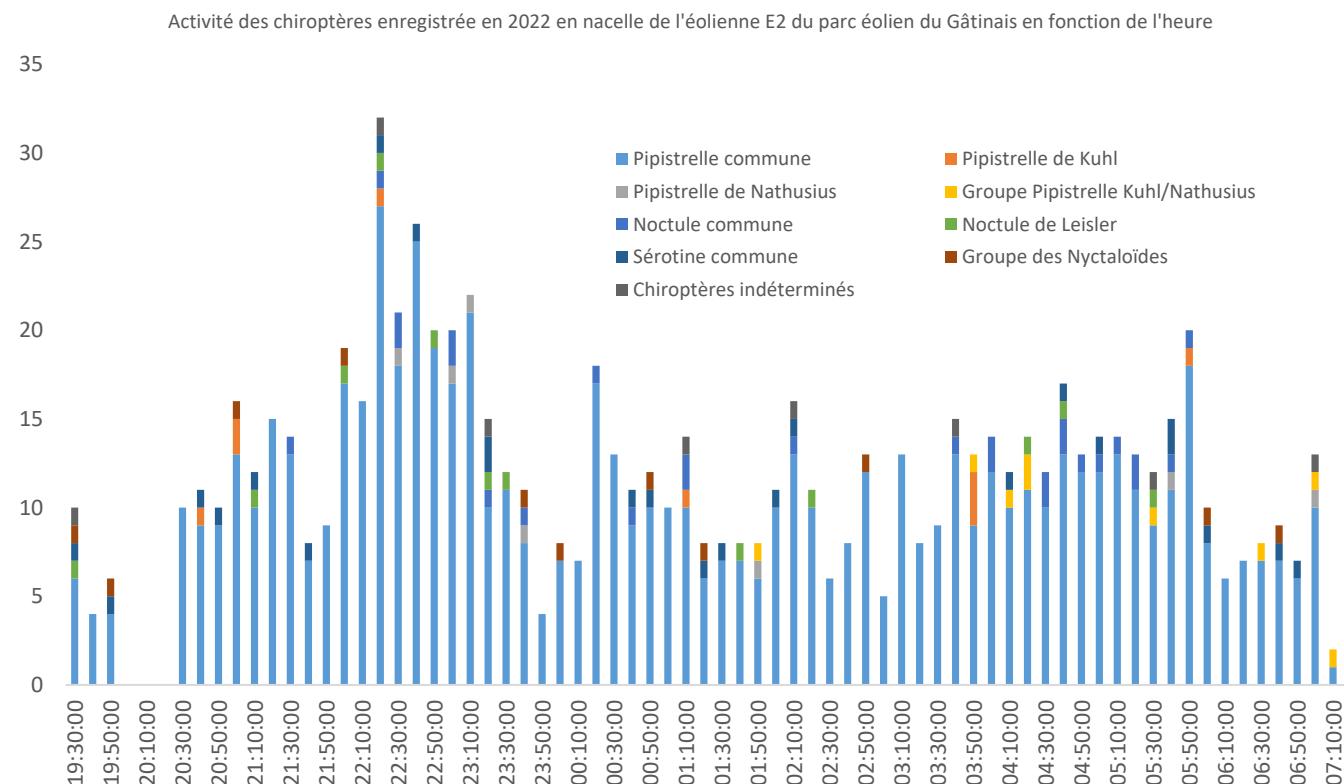


Graphique 23 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure et en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée entre juin et octobre 2022, en nacelle de l'éolienne E2 du parc éolien du Gâtinais.

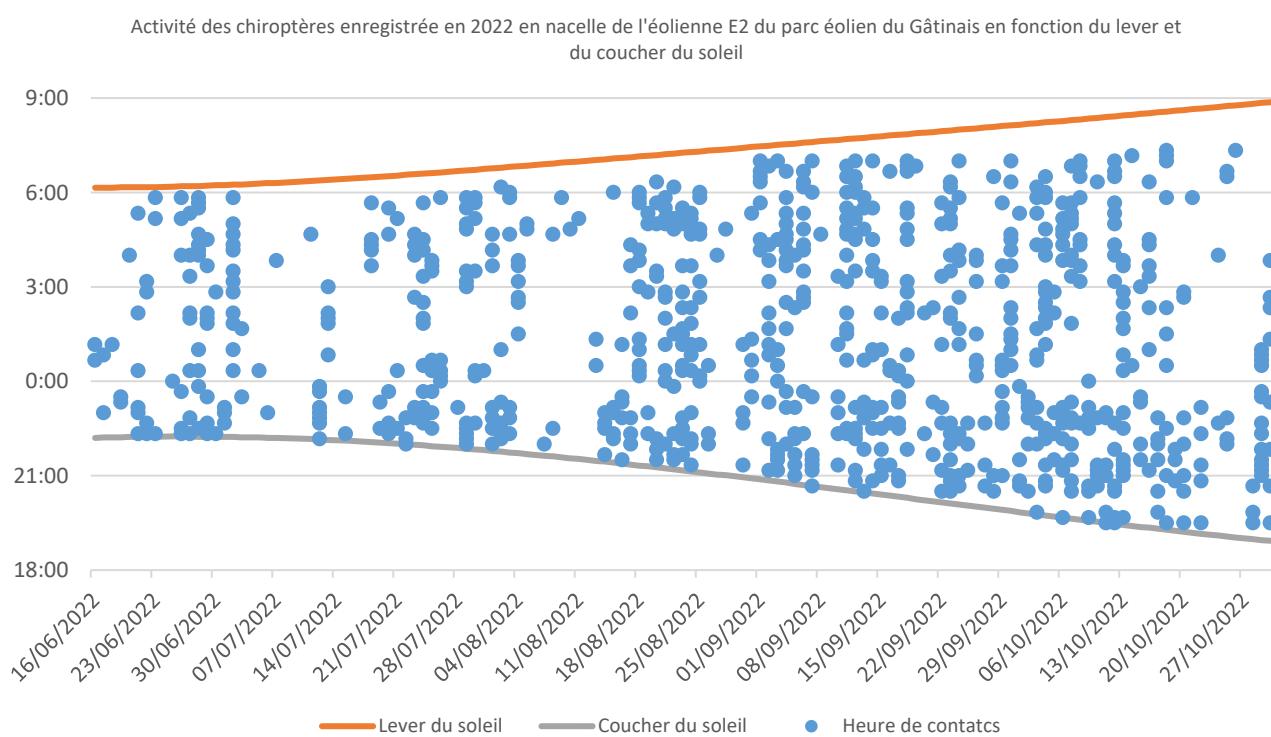
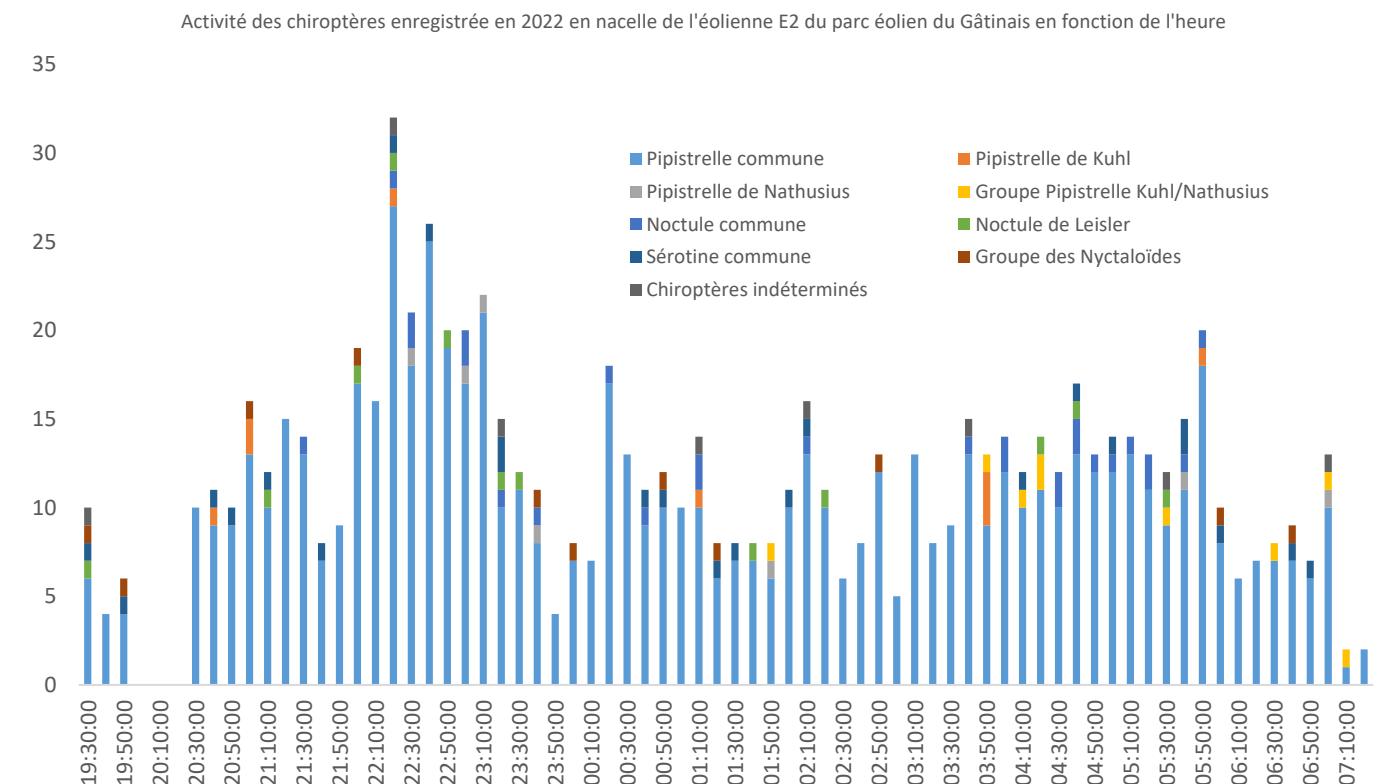


Graphique 24 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure et en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée entre juin et octobre 2022, en nacelle de l'éolienne E5 du parc éolien du Gâtinais.

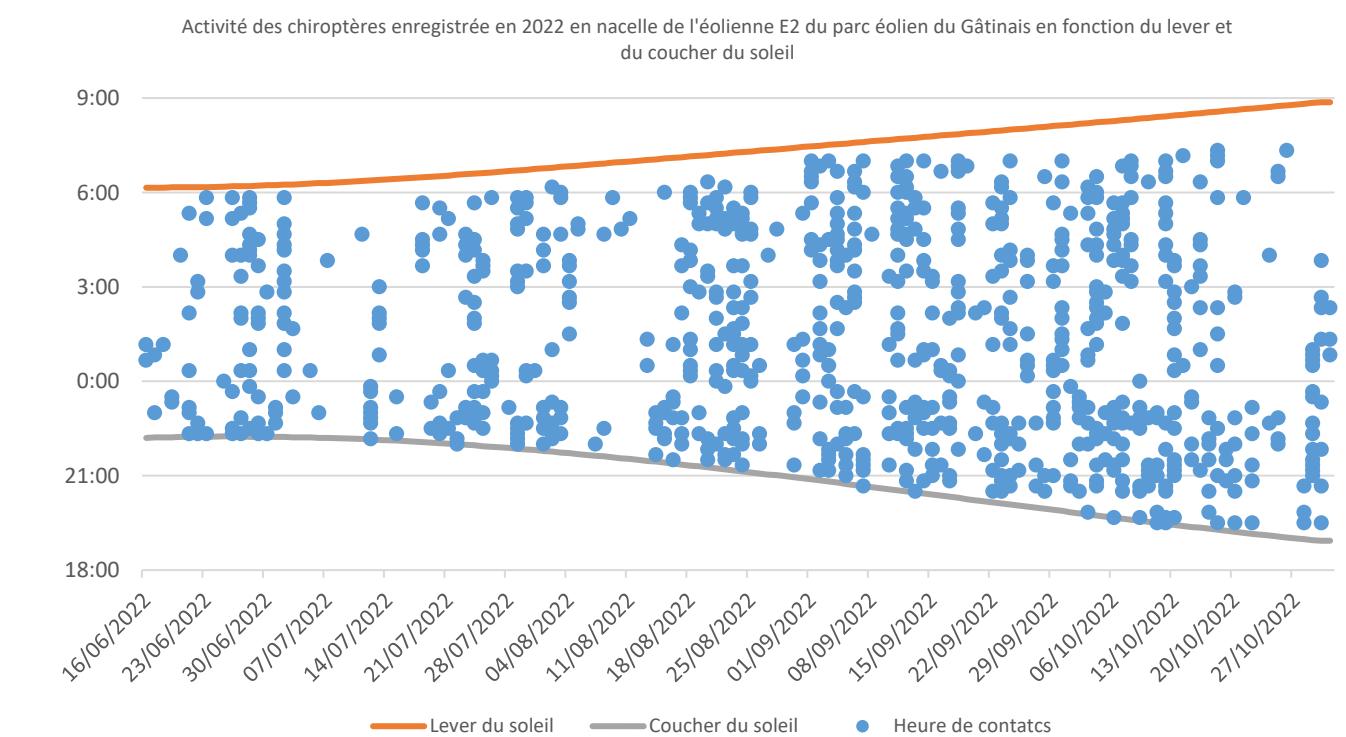
En nacelle de l'éolienne E8 (Graphique 25), l'ensemble de l'activité se déroule entre 19h30 et 07h20. (Un pic d'activité à 23h20 (n = 47)). Dont plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se situant entre 20h50 et 06h10.



En nacelle de l'éolienne E11 (Graphique 26), l'ensemble de l'activité se déroule entre 19h00 et 08h20. (Un pic d'activité à 22h50 (n = 59)). Dont plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se situant entre 20h50 et 07h00.



Graphique 25 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure et en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée entre juin et octobre 2022, en nacelle de l'éolienne E8 du parc éolien du Gâtinais.



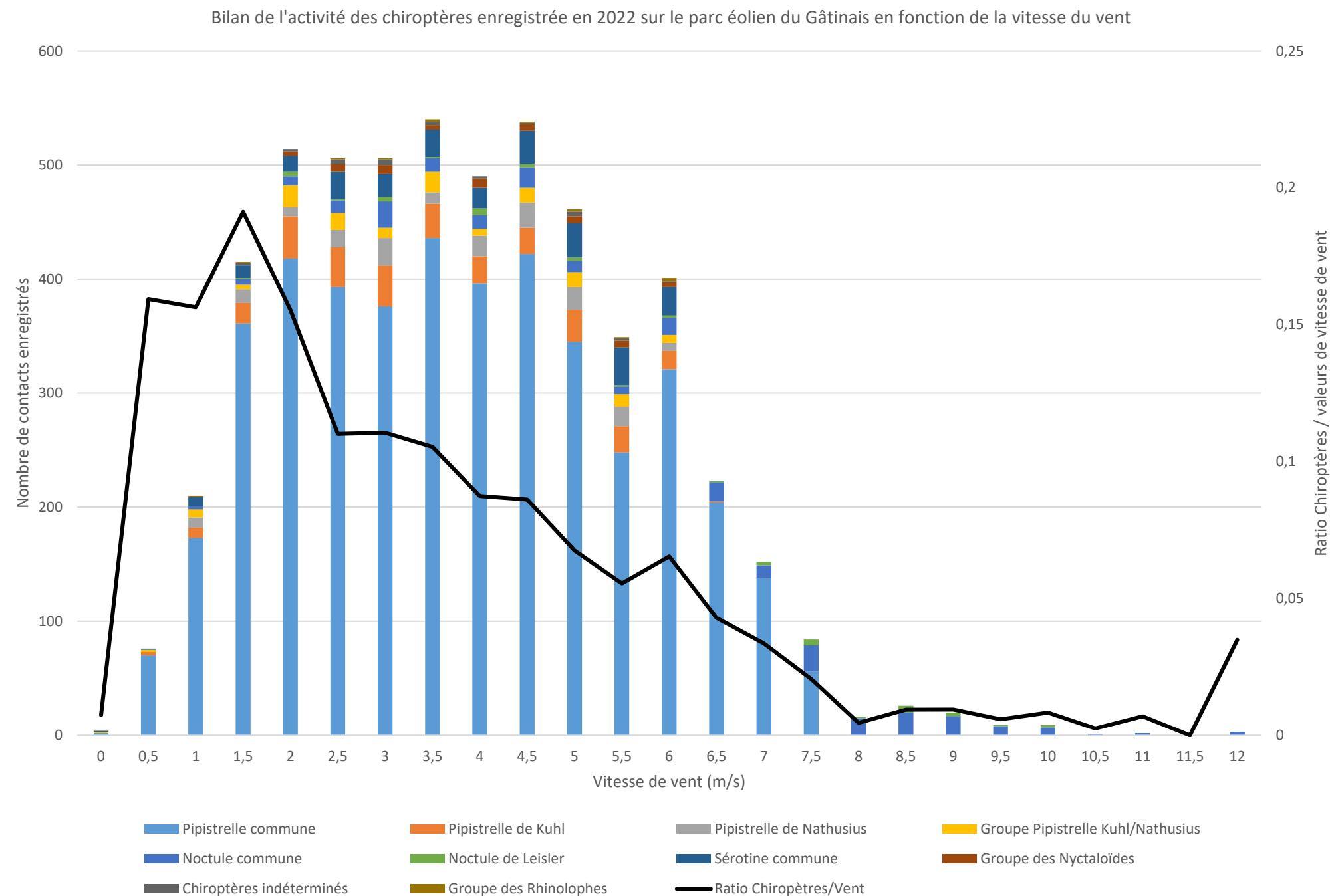
Graphique 26 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure et en fonction du lever et du coucher du soleil, enregistrée entre juin et octobre 2022, en nacelle de l'éolienne E11 du parc éolien du Gâtinais.

V.2.4. Activité des chiroptères en fonction la vitesse du vent

L'activité des chiroptères est caractérisée par des vitesses de vent comprises entre 0 et 12,0 m.s⁻¹ (Graphique 27 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent, enregistrée entre juin et octobre 2022 sur le parc éolien du Gâtinais.). Avec un pic d'activité pour des vents de 3,5 m.s⁻¹ (n = 540 contacts, soit 9,72% de l'activité totale enregistrée). Ensuite, cette activité continue jusqu'à devenir nulle après 12,0 m.s⁻¹, alors que des valeurs de vitesses de vent jusqu'à 21,0 m.s⁻¹ ont bien été enregistrées sur le parc.

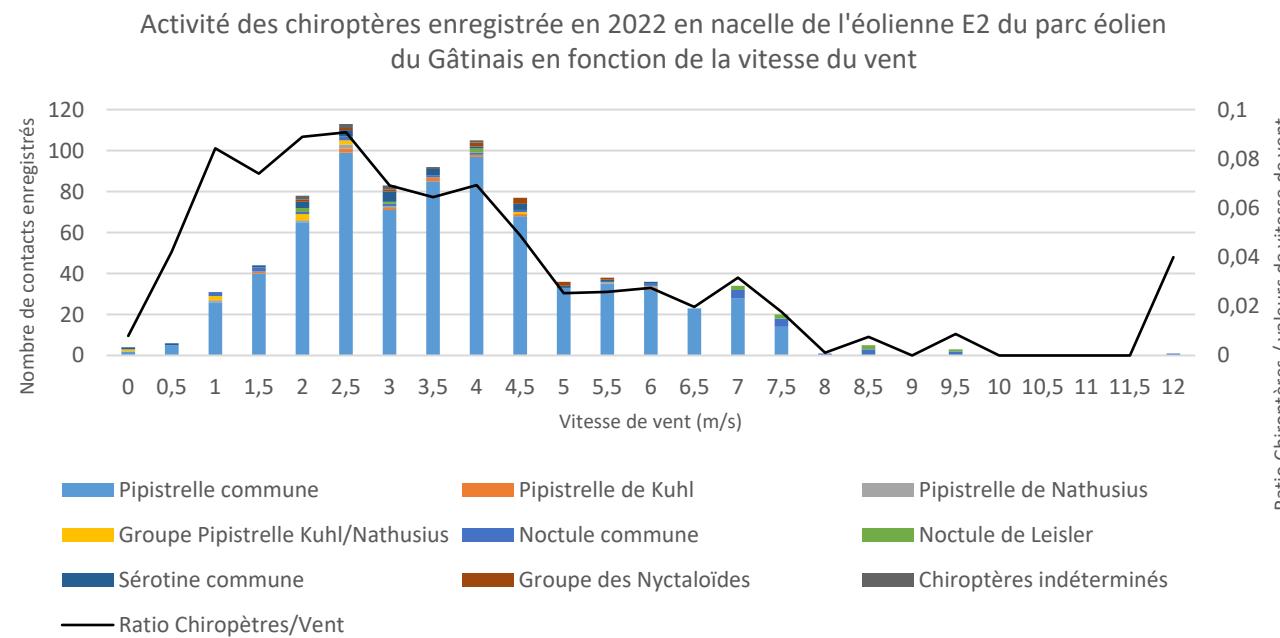
Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se caractérisent par des vitesses de vent inférieures ou égales à 6,0 m.s⁻¹. Une Noctule commune a été enregistrée avec la plus forte vitesse de vent de 12,0 m.s⁻¹.

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 1,5 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 ne suit pas le nombre de valeurs enregistrées pour chaque vitesse de vent car le nombre de contacts est faible par rapport au nombre de valeurs enregistrées pour ces vitesses de vent.



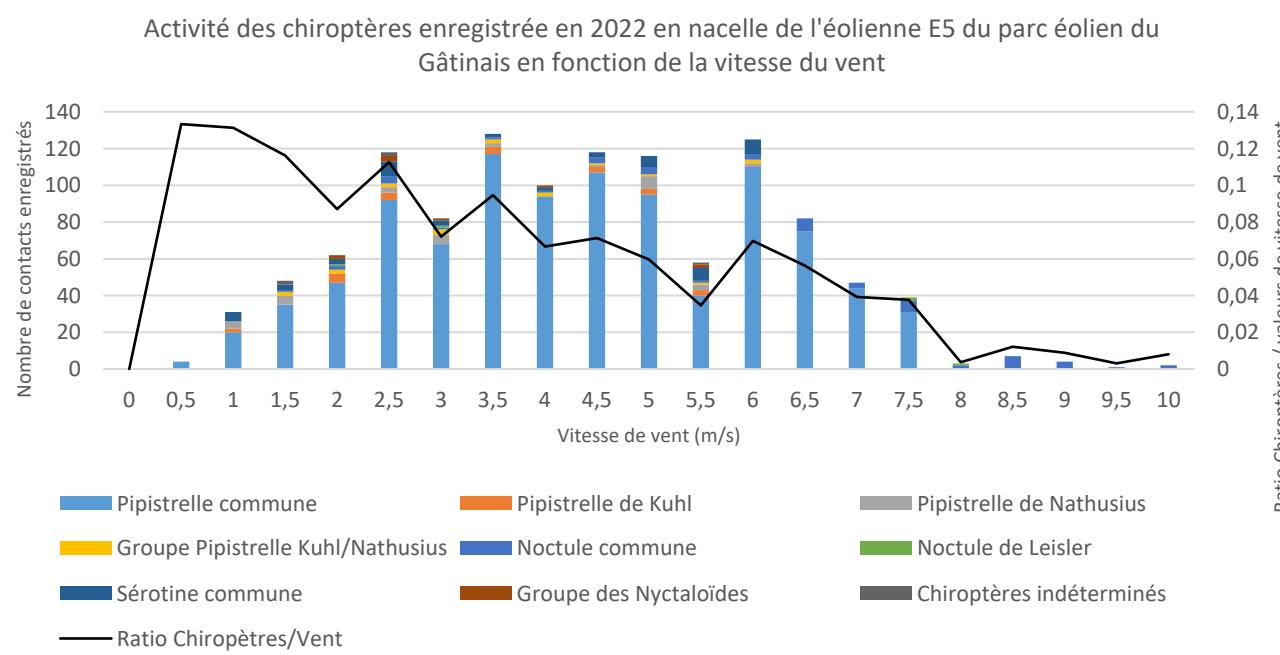
Graphique 27 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent, enregistrée entre juin et octobre 2022 sur le parc éolien du Gâtinais.

Sur E2 l'activité des chiroptères est caractérisée par des vitesses de vent comprises entre 0 et 12,0 m.s⁻¹ (Graphique 28). Avec un pic d'activité pour des vents de 3,5 m.s⁻¹ (n = 92 contacts, soit 11,08% de l'activité totale enregistrée). **Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se caractérisent par des vitesses de vent inférieures ou égales à 6,5 m.s⁻¹.**



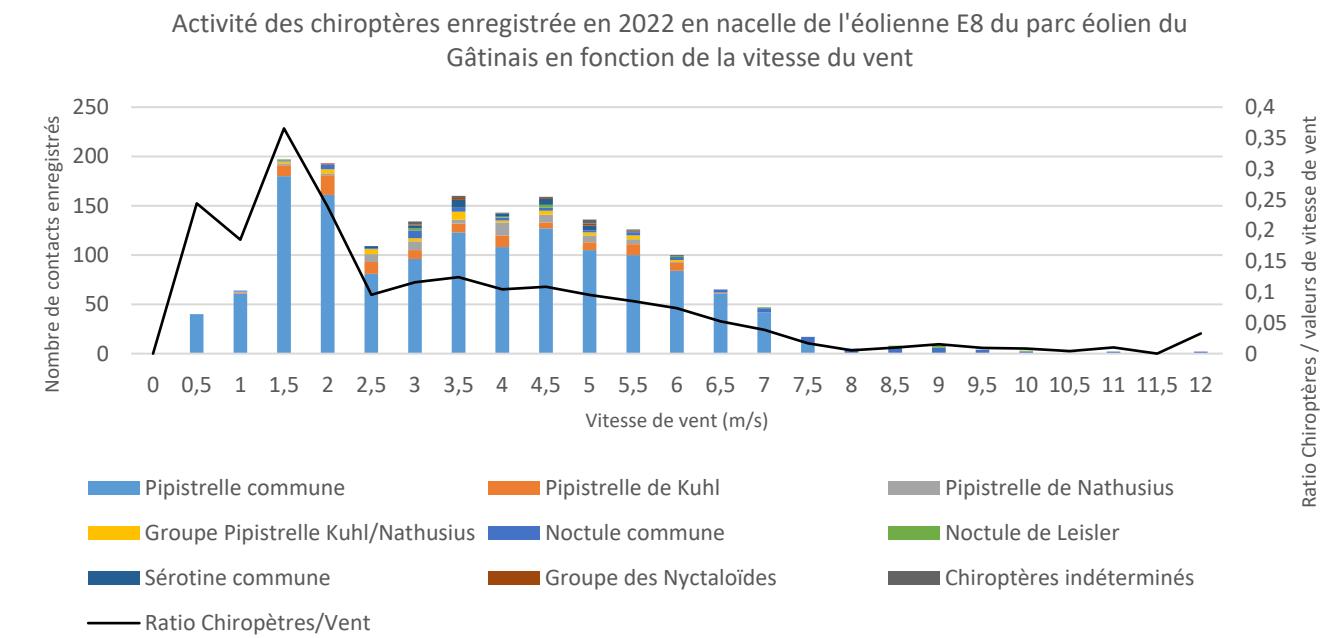
Graphique 28 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent (m.s⁻¹), en nacelle de l'éolienne E2 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

Sur E5 l'activité des chiroptères est caractérisée par des vitesses de vent comprises entre 0 et 10,0 m.s⁻¹ (Graphique 29). Avec un pic d'activité pour des vents de 3,5 m.s⁻¹ (n = 128 contacts, soit 10,89% de l'activité totale enregistrée). **Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se caractérisent par des vitesses de vent inférieures ou égales à 6,5 m.s⁻¹.**



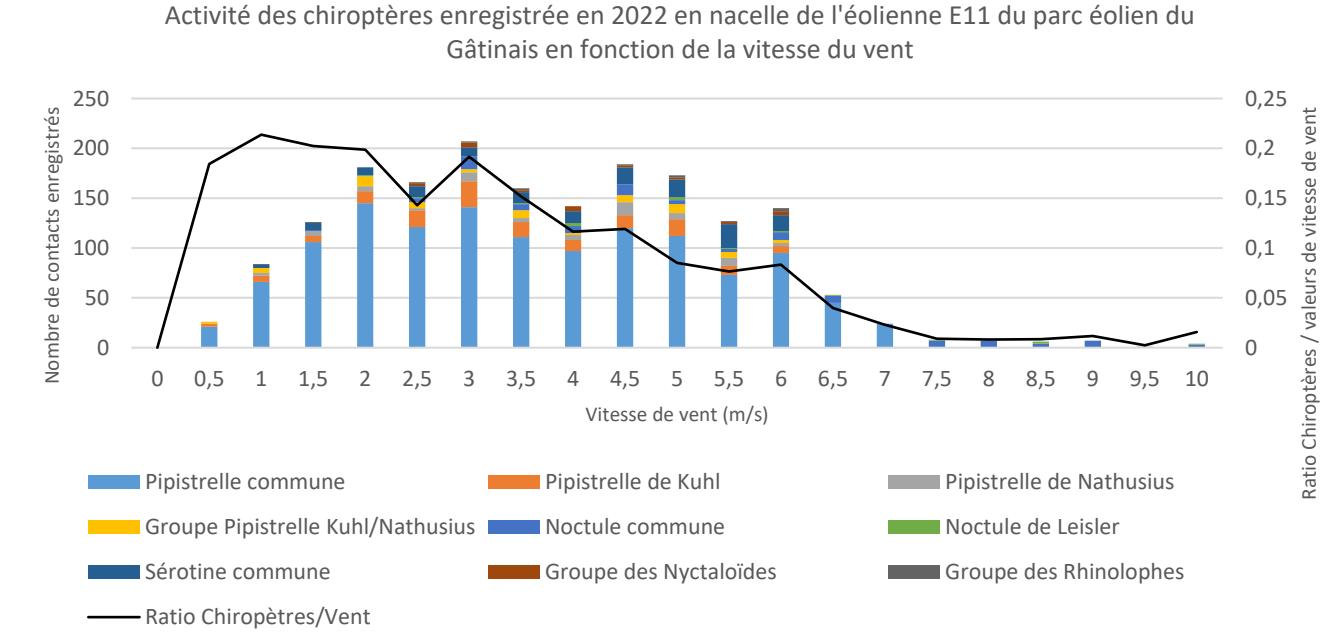
Graphique 29 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent (m.s⁻¹), en nacelle de l'éolienne E5 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

Sur E8 l'activité des chiroptères est caractérisée par des vitesses de vent comprises entre 0 et 12,0 m.s⁻¹ (Graphique 30). Avec un pic d'activité pour des vents de 1,5 m.s⁻¹ (n = 197 contacts, soit 11,43% de l'activité totale enregistrée). **Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se caractérisent par des vitesses de vent inférieures ou égales à 6,0 m.s⁻¹.**



Graphique 30 : Activité des chiroptères en fonction de la vitesse de vent (m.s⁻¹), en nacelle de l'éolienne E8 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

Sur E11 l'activité des chiroptères est caractérisée par des vitesses de vent comprises entre 0 et 10,0 m.s⁻¹ (Graphique 31). Avec un pic d'activité pour des vents de 3,0 m.s⁻¹ (n = 207 contacts, soit 11,34% de l'activité totale enregistrée). **Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se caractérisent par des vitesses de vent inférieures ou égales à 6,0 m.s⁻¹.**

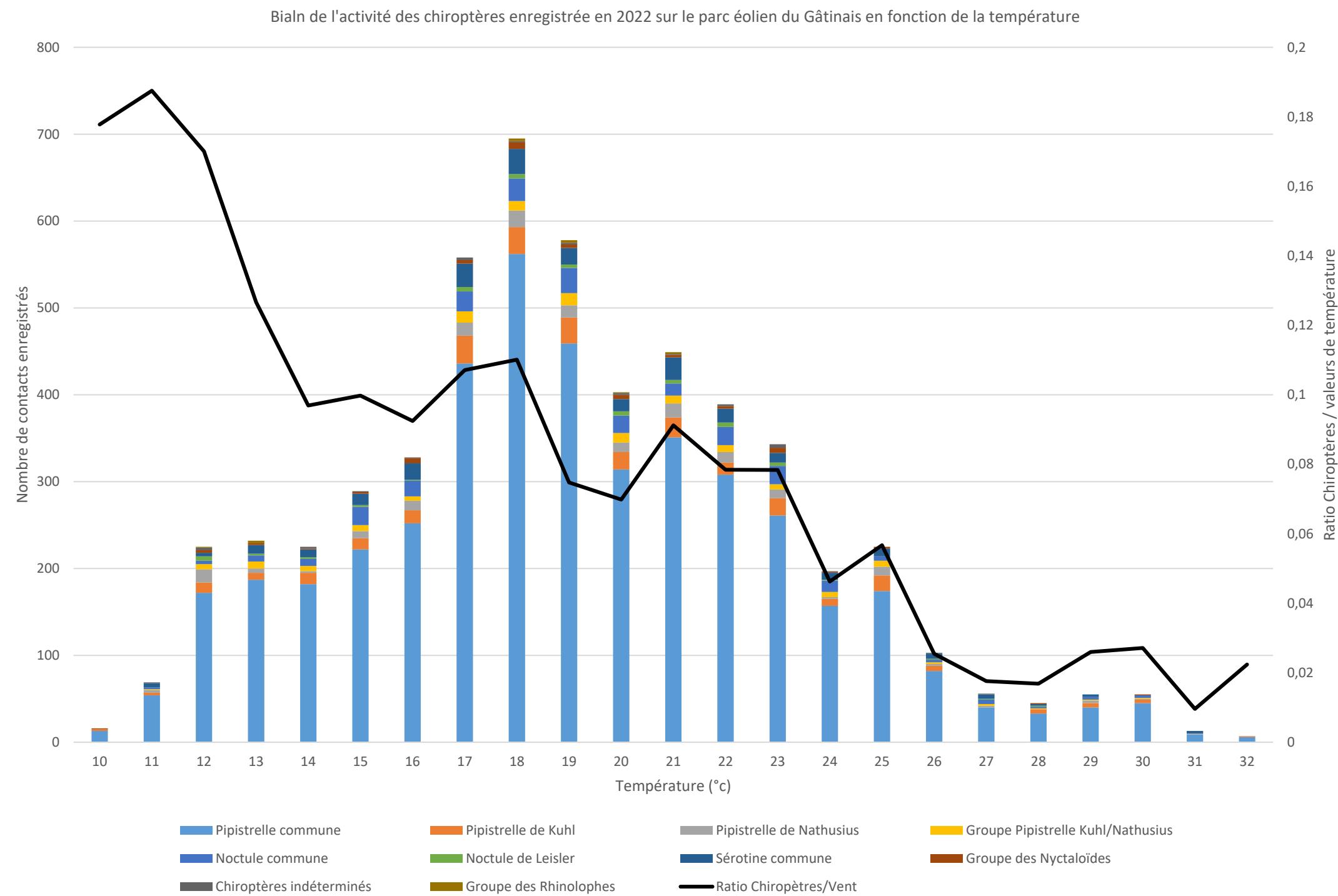


V.2.5. Activité des chiroptères en fonction de la température

L'activité des chiroptères est caractérisée par des températures comprises entre 10°C et 32°C (Graphique 32), alors que des valeurs de température plus extrêmes (de 0°C à 40°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 18°C (n = 695 contacts, soit 12,51% de l'activité totale). Ensuite cette activité diminue fortement jusqu'à devenir nulle après 32°C.

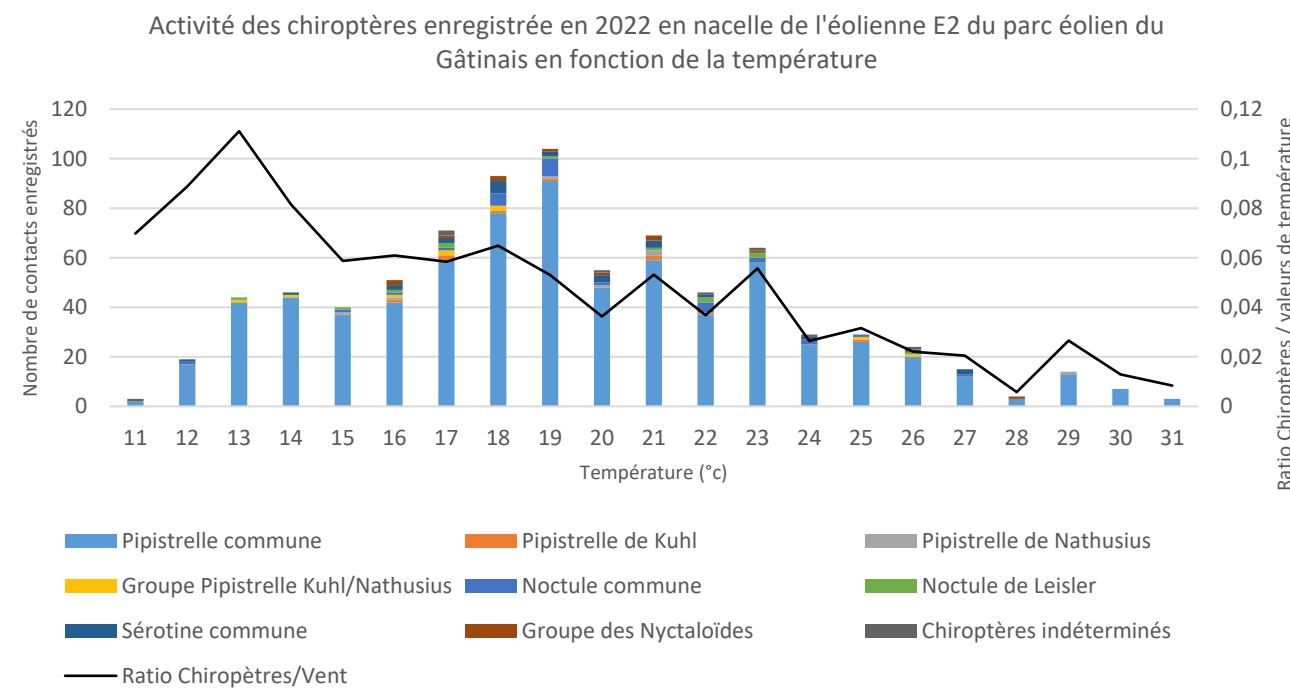
Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se caractérisent par des températures comprises entre 12°C et 25°C.

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.



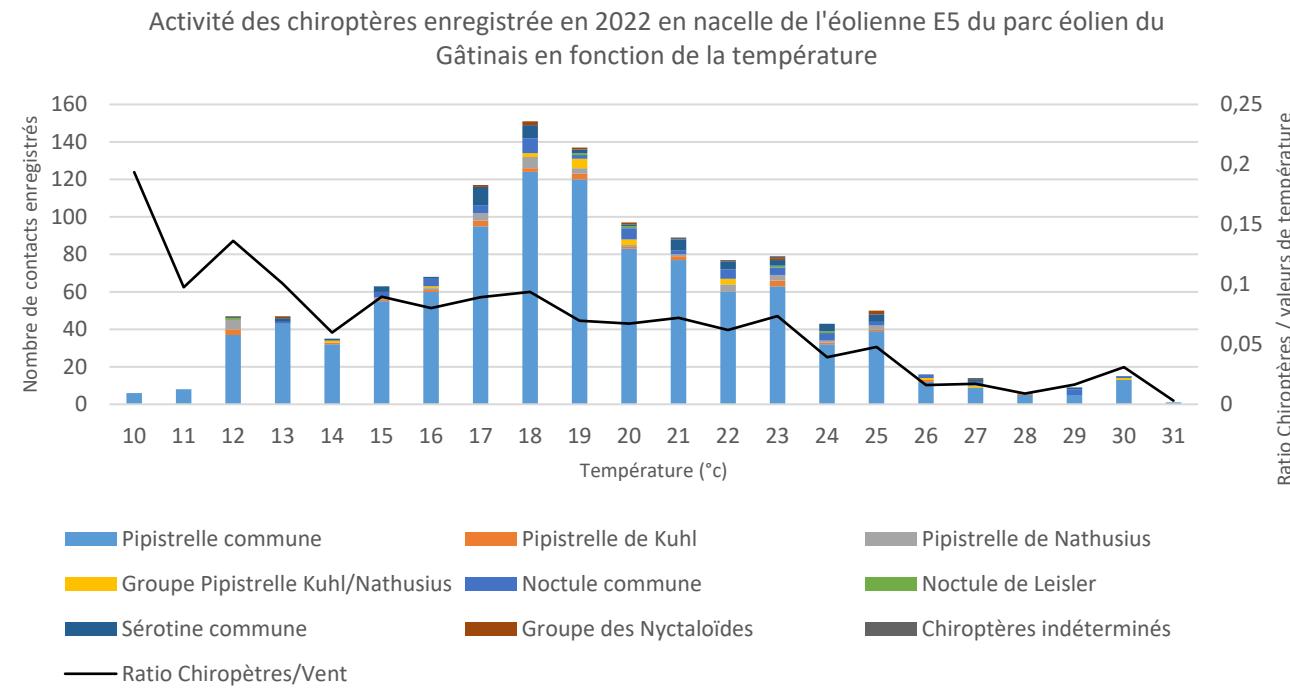
Graphique 32 : Activité des chiroptères en fonction de la température, enregistrée entre juin et octobre 2022 sur le parc éolien du Gâtinais.

Sur E2 l'activité des chiroptères est caractérisée par des températures comprises entre 11°C et 31°C (Graphique 33). L'activité des chiroptères augmente de manière irrégulière avec la température jusqu'à un pic d'activité à 19°C ($n = 104$ contacts, soit 12,53% de l'activité totale). **Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se caractérisent par des températures comprises entre 12°C et 25°C.**



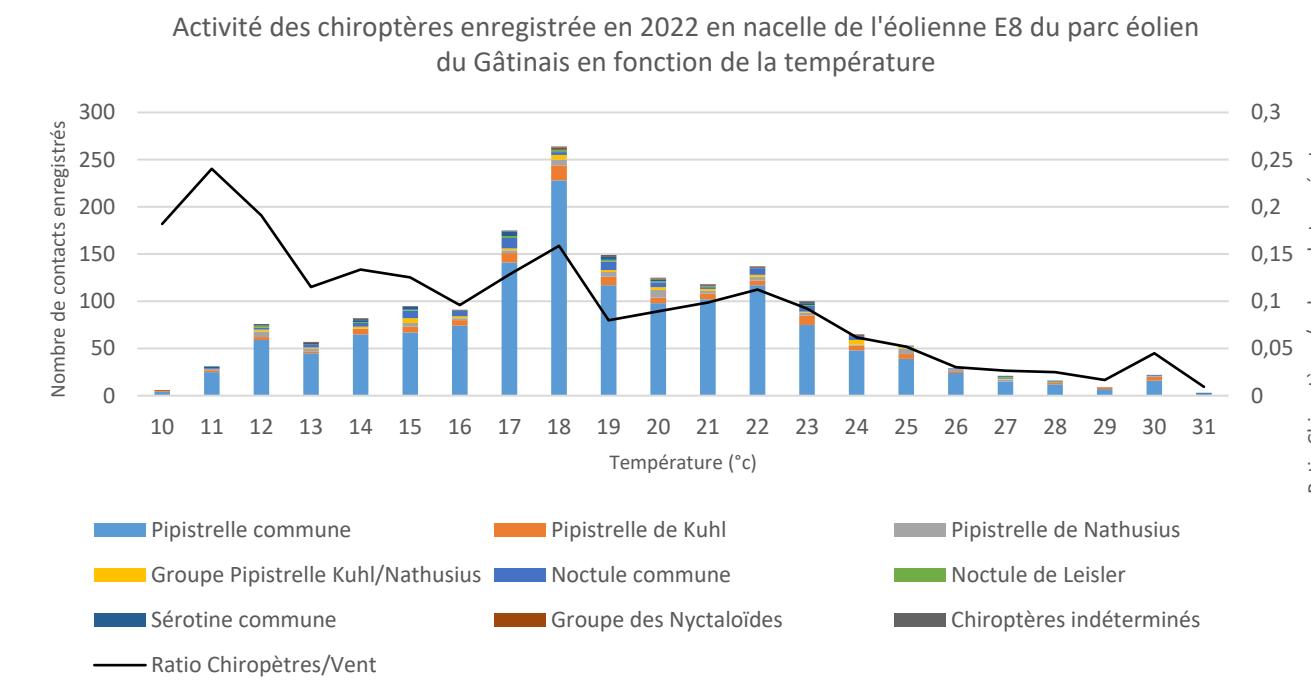
Graphique 33 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C), en nacelle de l'éolienne E2 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

Sur E5 l'activité des chiroptères est caractérisée par des températures comprises entre 10°C et 31°C (Graphique 34). L'activité des chiroptères augmente de manière irrégulière avec la température jusqu'à un pic d'activité à 18°C ($n = 151$ contacts, soit 12,85% de l'activité totale). **Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se caractérisent par des températures comprises entre 12°C et 25°C.**



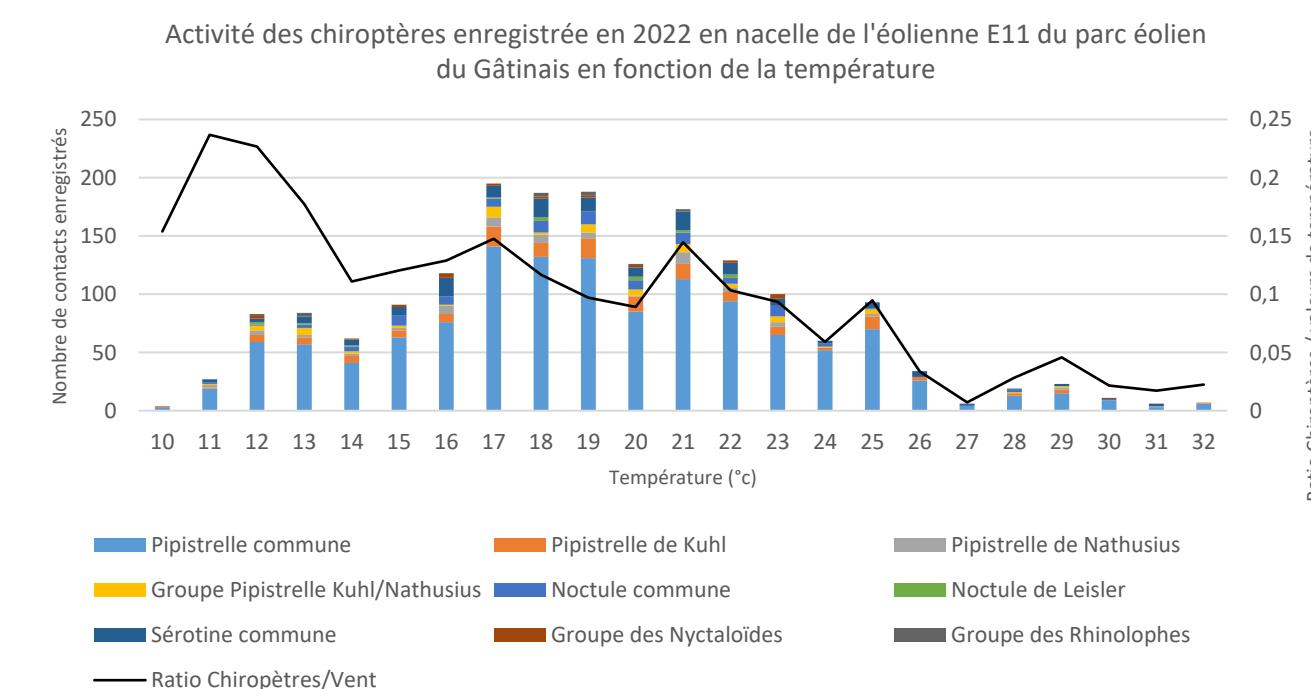
Graphique 34 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C), en nacelle de l'éolienne E5 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

Sur E8 l'activité des chiroptères est caractérisée par des températures comprises entre 10°C et 31°C (Graphique 35). L'activité des chiroptères augmente de manière irrégulière avec la température jusqu'à un pic d'activité à 18°C ($n = 264$ contacts, soit 15,31% de l'activité totale). **Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se caractérisent par des températures comprises entre 12°C et 25°C.**



Graphique 35 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C), en nacelle de l'éolienne E8 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

Sur E11 l'activité des chiroptères est caractérisée par des températures comprises entre 10°C et 32°C (Graphique 36). L'activité des chiroptères augmente de manière irrégulière avec la température jusqu'à un pic d'activité à 17°C ($n = 195$ contacts, soit 10,68% de l'activité totale). **Plus de 90% des contacts de chiroptères enregistrés en 2022 se caractérisent par des températures comprises entre 12°C et 25°C.**



Graphique 36 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C), en nacelle de l'éolienne E11 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

V.2.6. Activité des chiroptères en fonction du vent et de la température combinés

Le Tableau 32 présente l'activité des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais 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'enregistrent aucun contact de chiroptère n'ont pas été incluses dans le tableau.

On observe un pic d'activité de 83 contacts pour une température de 19°C combinée à une vitesse de vent de 3,5 m.s-1 (Tableau 32). **Plus de 90% de l'activité chiroptérologique enregistrée en 2022 se caractérise par une vitesse de vent inférieure ou égale à 7,0 m.s-1 combinée à une température supérieure ou égale à 11°C (encadré rouge).**

		Vitesse de vent (m.s-1)																				Total					
		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	
Température (°C)	10	0	0	0	0	2	4	1	4	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	11	0	0	3	0	8	6	13	15	10	6	3	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
12	0	2	3	15	15	33	49	31	23	24	12	4	3	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	225
13	0	4	3	5	20	12	29	44	39	24	14	6	11	9	6	3	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	232
14	2	1	0	4	5	14	20	27	35	28	23	22	15	12	13	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225
15	0	0	0	5	12	29	22	19	28	41	51	21	22	14	14	5	1	2	2	0	0	0	0	0	1	0	289
16	0	0	8	11	10	13	31	19	28	37	41	40	48	21	10	8	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	328
17	0	9	19	51	66	49	45	51	54	55	39	44	28	19	14	7	1	3	0	1	2	0	1	0	0	0	558
18	0	19	61	73	75	44	32	55	48	62	66	40	48	31	21	13	0	2	4	1	0	0	0	0	0	0	695
19	2	0	10	46	52	45	64	83	56	38	35	32	50	21	22	12	1	2	3	0	1	0	1	0	2	0	578
20	0	0	17	18	29	51	45	50	36	33	34	15	28	23	12	7	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	403
21	0	5	14	48	61	54	38	40	37	42	28	22	29	13	10	5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	449
22	0	8	20	46	53	36	19	16	35	29	37	26	24	13	8	9	0	4	3	0	2	1	0	0	0	0	389
23	0	13	6	11	17	34	40	34	21	27	19	32	49	20	5	4	1	2	2	4	2	0	0	0	0	0	343
24	0	2	16	31	17	25	20	25	8	6	8	9	9	4	5	4	1	2	3	1	1	0	0	0	0	0	197
25	0	3	17	36	53	35	14	5	9	14	10	4	12	5	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	225
26	0	0	7	7	3	7	13	11	8	18	13	2	6	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103
27	0	1	2	2	4	3	1	3	4	14	7	7	4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
28	0	9	4	1	1	5	0	0	1	12	2	3	3	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	45
29	0	0	0	0	0	2	3	8	4	13	12	9	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	55	
30	0	0	0	5	11	5	0	0	2	7	5	7	7	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	55	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
32	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
Total	4	76	210	415	514	506	506	540	490	538	461	349	401	223	152	84	16	26	20	9	9	1	2	0	3	5555	

Tableau 32 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s-1) sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022.

Pour E2 on observe des pics d'activités de 14 contacts pour une température de 19°C combinée à une vitesse de vent de 2,5 m.s⁻¹, pour une température de 19°C combinée à une vitesse de vent de 3,0 m.s⁻¹, pour une température de 18°C combinée à une vitesse de vent de 4,0 m.s⁻¹ (Tableau 33). **Plus de 90% de l'activité chiroptérologique enregistrée en 2022 se caractérise par une vitesse de vent inférieure ou égale à 7,0 m.s⁻¹ combinée à une température supérieure ou égale à 12°C (encadré rouge).**

Température (°C)	Vitesse de vent (m.s ⁻¹)													Total												
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	
11	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12	0	0	0	1	2	4	5	2	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
13	0	0	0	2	5	9	8	7	7	2	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	44
14	2	0	0	0	0	0	4	5	11	11	5	1	0	0	0	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	46
15	0	0	0	1	2	9	2	4	5	3	4	1	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
16	0	0	0	1	7	2	3	1	6	11	2	2	8	4	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
17	0	0	3	5	10	11	7	9	7	3	3	5	0	2	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	71
18	0	3	7	4	9	10	4	13	14	8	4	1	5	3	4	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	93
19	2	0	6	8	7	14	14	13	9	1	2	9	4	4	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
20	0	0	0	4	9	9	5	4	11	4	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
21	0	1	4	5	9	11	8	6	6	9	0	3	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
22	0	0	2	2	3	3	1	1	9	10	1	3	2	3	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	46
23	0	0	2	5	9	8	8	6	5	2	5	3	6	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
24	0	0	1	3	1	6	2	6	2	0	1	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	29
25	0	1	3	2	4	5	0	2	3	4	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
26	0	0	1	0	0	4	6	3	2	3	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
27	0	1	2	0	0	0	1	3	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
28	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
29	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
30	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
31	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Total	4	6	31	44	78	113	83	92	105	77	36	38	36	23	34	20	1	5	0	3	0	0	0	0	1	830

Tableau 33 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s⁻¹) combinées en nacelle de l'éolienne E2 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

Pour E5 on observe un pic d'activité de 21 contacts pour une température de 19°C combinée à une vitesse de vent de 3,5 m.s⁻¹ (Tableau 34). **Plus de 90% de l'activité chiroptérologique enregistrée en 2022 se caractérise par une vitesse de vent inférieure ou égale à 7,0 m.s⁻¹ combinée à une température supérieure ou égale à 12°C (encadré rouge).**

Température (°C)	Vitesse de vent (m.s ⁻¹)													Total								
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10		
10	0	0	0	0	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
11	0	0	0	0	0	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
12	0	0	2	4	7	6	10	4	8	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	47	
13	0	2	0	0	1	7	9	11	8	3	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	47	
14	1	0	0	0	1	2	3	5	4	7	3	5	1	2	1	0	0	0	0	0	35	
15	0	0	0	0	4	5	2	5	7	19	2	8	5	4	1	0	0	1	0	0	63	
16	0	1	0	0	2	1	2	7	7	15	7	13	8	4	1	0	0	0	0	0	68	
17	0	0	4	10	10	5	12	10	18	7	15	10	7	3	5	0	0	0	0	1	117	
18	1	6	7	10	13	8	16	17	12	15	3	15	13	7	5	0	1	1	1	0	151	
19	0	1	12	6	12	11	21	10	10	8	9	17	7	7	6	0	0	0	0	0	137	
20	0	1	1	4	20	10	8	7	12	4	1	10	8	4	5	2	0	0	0	0	97	
21	0	0	7	13	11	15	6	5	8	8	5	5	3	3	0	0	0	0	0	0	89	
22	0	3	5	3	10	4	2	4	6	11	2	12	5	4	4	0	1	1	0	0	0	77

Pour E8 on observe un pic d'activité de 54 contacts pour une température de 18°C combinée à une vitesse de vent de 1,5 m.s-1 (Tableau 35). **Plus de 90% de l'activité chiroptérologique enregistrée en 2022 se caractérise par une vitesse de vent inférieure ou égale à 7,0 m.s-1 combinée à une température supérieure ou égale à 11°C (encadré rouge).**

Température (°C)	Vitesse de vent (m.s-1)																		Total						
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	
10	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
11	0	0	0	2	3	7	8	6	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
12	2	2	8	1	6	14	13	11	5	5	1	1	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	76	
13	2	0	0	4	2	4	15	9	5	4	3	2	4	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	57	
14	0	0	4	4	4	9	8	7	4	10	11	8	6	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	82	
15	0	0	0	2	7	8	9	11	12	10	14	6	6	5	2	0	2	1	0	0	0	0	0	95	
16	0	0	5	1	5	8	6	8	9	15	7	13	7	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	91	
17	2	4	23	27	10	7	17	18	17	11	12	10	6	6	2	0	1	0	1	0	0	0	0	175	
18	14	29	54	43	8	12	11	7	19	22	17	11	8	5	3	0	0	1	0	0	0	0	0	264	
19	0	2	18	7	10	16	21	19	7	10	10	10	4	5	2	1	2	1	0	1	0	1	2	149	
20	0	7	9	11	9	13	23	4	10	13	6	8	4	5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	125	
21	2	2	17	25	9	10	6	11	14	4	5	5	3	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	118	
22	8	5	25	33	3	6	4	13	7	10	11	2	2	1	4	0	0	2	0	0	1	0	0	137	
23	8	0	2	4	7	10	11	5	10	6	13	14	5	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0	100	
24	2	9	9	12	6	5	3	3	5	1	3	4	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	65	
25	0	0	16	2	12	3	0	3	5	2	3	3	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	53	
26	0	0	7	0	2	1	3	2	8	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	
27	0	0	0	4	1	0	0	1	7	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
28	0	4	0	0	4	0	0	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16	
29	0	0	0	0	0	1	0	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
30	0	0	0	9	1	0	0	1	3	3	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	
31	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Total	40	64	197	193	109	134	160	143	159	136	126	100	65	47	17	5	8	9	4	3	1	2	0	2	1724

Tableau 35 : Activité des chiroptères en fonction de la température (°C) et de la vitesse du vent (m.s-1) combinées en nacelle de l'éolienne E8 sur le parc éolien du Gâtinais, entre juin et octobre 2022

Pour E11 on observe un pic d'activité de 37 contacts pour une température de 25°C combinée à une vitesse de vent de 2,0 m.s-1 (Tableau 36). **Plus de 90% de l'activité chiroptérologique enregistrée en 2022 se caractérise par une vitesse de vent inférieure ou égale à 6,5 m.s-1 combinée à une température supérieure ou égale à 11°C (encadré rouge).**

Température (°C)	Vitesse de vent (m.s-1)																		Total				
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10			
10	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4			
11	0	3	0	6	2	2	3	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27			
12	0	1	4	8	16	24	6	6	9	3	3	2	0	0	0	0	1	0	0	83			
13	2	1	3	11	0	10	13	12	9	7	3	8	3	1	0	0	0	0	1	0	84		
14	0	0	0	1	5	4	5	12	15	5	8	2	3	1	0	1	0	0	0	62			
15	0	0	4	8	9	7	4	7	19	18	4	8	0	2	0	1	0	0	0	91			
16	0	7	5	2	4	19	10	7	10	9	24	14	2	1	3	0	0	1	0	118			
17	7	12	19	19	18	26	13	19	17	18	12	8	4	1	0	0	1	0	1	195			
18	1	19	8	13	13	8	15	10	23	25	19	17	7	5	2	0	0	2	0	0	187		
19	0	1	8	32	9	23	28	18	20	15	4	19	6	3	0	0	0	2	0	0	188		
20	0	9	4	5	13	17	15	14	7	14	5	7	11	3	1	0	1	0	0	0	0	126	
21	2	8	26	20	21	9	13	14	14	16	6	15	4	2	1	0	2	0	0	0	0	0	173
22	0	10	14	14	20	8	9	9	6	15	10	8	3	1	0	0	0	0	2	0	0	0	129
23	5	1	0	2	14	17	8	3															

v.2.7. Caractérisation du niveau d'activité par rapport au référentiel Sens Of Life

Rappelons ici que l'activité des chiroptères a été enregistrée sur le parc éolien du Gâtinais du 16 juin au 31 octobre 2022 et peut donc être séquencée en deux saisons en fonction de leur cycle biologique (Figure 24) :

- Du 16/06/2022 au 15/08/2022, soit 61 nuits d'enregistrement, pour la parturition,
- Du 16/08/2022 au 31/10/2022, soit 77 nuits d'enregistrement, pour la migration automnale.

Le Tableau 37, Tableau 38, Tableau 39, Tableau 40, Tableau 41 et le Tableau 42 précisent le détail de l'activité corrigée de chaque espèce de chiroptères par nuit, en prenant en compte toutes les nuits, respectivement lors de la parturition et la migration automnale.

Tableaux pour la parturition :

Parturition (n = 61)	Nombre total de contacts brut		Nombre total de contacts corrigés		Moyenne toutes nuits	
	Eolienne E2	Eolienne E5	Eolienne E2	Eolienne E5	Eolienne E2	Eolienne E5
Pipistrelle commune	186	254	154,38	210,82	2,5308197	3,45606557
Pipistrelle de Kuhl	3	8	2,49	6,64	0,0408197	0,10885246
Pipistrelle de Nathusius	4	8	3,32	6,64	0,0544262	0,10885246
Noctule commune	11	22	2,75	5,5	0,045082	0,09016393
Noctule de Leisler	7	3	2,17	0,93	0,0355738	0,0152459
Sérotine commune	7	19	4,97	13,49	0,0814754	0,22114754
Groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius	5	7	4,15	5,81	0,0680328	0,0952459
Groupe des Nyctaloïdes	0	3	0	0,84	0	0,01377049
Groupe des Rhinolophes	0	0	0	0	0	0

Tableau 37 : Activité des chiroptères lors de la parturition sur les éoliennes E2 et E5 du parc éolien du Gâtinais en 2022

Parturition (n = 61)	Nombre total de contacts brut		Nombre total de contacts corrigés		Moyenne toutes nuits	
	Eolienne E8	Eolienne E11	Eolienne E8	Eolienne E11	Eolienne E8	Eolienne E11
Pipistrelle commune	407	420	337,81	348,6	5,5378689	5,7147541
Pipistrelle de Kuhl	39	58	32,37	48,14	0,5306557	0,7891803
Pipistrelle de Nathusius	19	15	15,77	12,45	0,2585246	0,2040984
Noctule commune	27	36	6,75	9	0,1106557	0,147541
Noctule de Leisler	6	2	1,86	0,62	0,0304918	0,0101639
Sérotine commune	10	45	7,1	31,95	0,1163934	0,5237705
Groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius	16	19	13,28	15,77	0,2177049	0,2585246
Groupe des Nyctaloïdes	2	7	0,56	1,96	0,0091803	0,0321311
Groupe des Rhinolophes	0	2	0	1,00000	0	0,01639

Tableau 38 : Activité des chiroptères lors de la parturition sur les éoliennes E8 et E11 du parc éolien du Gâtinais en 2022

Parturition (n = 61)	Nombre total de contacts brut		Nombre total de contacts corrigés		Moyenne toutes nuits
	Parc éolien du Gâtinais		Parc éolien du Gâtinais		Parc éolien du Gâtinais
Pipistrelle commune	1267		1051,61		4,309877049
Pipistrelle de Kuhl	108		89,64		0,367377049
Pipistrelle de Nathusius	46		38,18		0,15647541
Noctule commune	96		24		0,098360656
Noctule de Leisler	18		5,58		0,022868852
Sérotine commune	81		57,51		0,235696721
Groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius	47		39,01		0,159877049
Groupe des Nyctaloïdes	12		3,36		0,013770492
Groupe des Rhinolophes	2		1		0,016393443

Tableau 39 : Activité des chiroptères lors de la parturition sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022

Tableaux pour la migration automnale :

Migration automnale (n = 77)	Nombre total de contacts brut		Nombre total de contacts corrigés		Moyenne toutes nuits	
	Eolienne E2	Eolienne E5	Eolienne E2	Eolienne E5	Eolienne E2	Eolienne E5
Pipistrelle commune	537	725	445,71	601,75	5,7884416	7,8149351
Pipistrelle de Kuhl	6	16	4,98	13,28	0,0646753	0,1724675
Pipistrelle de Nathusius	3	24	2,49	19,92	0,0323377	0,2587013
Noctule commune	16	31	4	7,75	0,0519481	0,1006494
Noctule de Leisler	5	2	1,55	0,62	0,0201299	0,0080519
Sérotine commune	17	31	12,07	22,01	0,1567532	0,2858442
Groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius	4	11	3,32	9,13	0,0431169	0,1185714
Groupe des Nyctaloïdes	11	6	3,08	1,68	0,04	0,0218182
Groupe des Rhinolophes	0	0	0	0	0	0

Tableau 40 : Activité des chiroptères lors de la migration automnale sur les éoliennes E2 et E5 du parc éolien du Gâtinais en 2022

Migration automnale (n = 77)	Nombre total de contacts brut		Nombre total de contacts corrigés		Moyenne toutes nuits	
	Eolienne E8	Eolienne E11	Eolienne E8	Eolienne E11	Eolienne E8	Eolienne E11
Pipistrelle commune	973	857	807,59	711,31	10,488182	9,2377922
Pipistrelle de Kuhl	69	84	57,27	69,72	0,7437662	0,9054545
Pipistrelle de Nathusius	41	48	34,03	39,84	0,4419481	0,5174026
Noctule commune	48	57	12	14,25	0,1558442	0,1850649
Noctule de Leisler	9	14	2,79	4,34	0,0362338	0,0563636
Sérotine commune	18	91	12,78	64,61	0,165974	0,8390909
Groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius	21	42	17,43	34,86	0,2263636	0,4527273
Groupe des Nyctaloïdes	6	18	1,68	5,04	0,0218182	0,0654545
Groupe des Rhinolophes	0	11	0	5,50000	0	0,07143

Tableau 41 : Activité des chiroptères lors de la migration automnale sur les éoliennes E8 et E11 du parc éolien du Gâtinais en 2022

Migration automnale (n = 77)	Nombre total de contacts brut		Nombre total de contacts corrigés		Moyenne toutes nuits	
	Parc éolien du Gâtinais	Parc éolien du Gâtinais	Parc éolien du Gâtinais	Parc éolien du Gâtinais	Parc éolien du Gâtinais	Parc éolien du Gâtinais
Pipistrelle commune	3092	2566,36	8,332337662			
Pipistrelle de Kuhl	175	145,25	0,471590909			
Pipistrelle de Nathusius	116	96,28	0,312597403			
Noctule commune	152	38	0,123376623			
Noctule de Leisler	30	9,3	0,030194805			
Sérotine commune	157	111,47	0,361915584			
Groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius	78	64,74	0,210194805			
Groupe des Nyctaloïdes	41	11,48	0,037272727			
Groupe des Rhinolophes	11	5,5	0,071428571			

Tableau 42 : Activité des chiroptères lors de la migration automnale sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022

Un référentiel d'activité des chiroptères en altitude a été établi par R. Castel, de Sens Of Life, à partir d'une importante base de données provenant de mesures réalisées en nacelle de 89 éoliennes en France et en Belgique. Tout comme le référentiel d'activité au sol de Vigie-chiro, le niveau d'activité peut alors être caractérisé selon une échelle définie comme suit :

- Si l'activité enregistrée est inférieure à Q2, alors elle est définie comme « très faible » ;
- Si l'activité enregistrée est comprise entre Q2 et Q25, alors elle est définie comme « faible » ;
- Si l'activité enregistrée est comprise entre Q25 et Q75, alors elle est définie comme « moyenne » ;
- Si l'activité enregistrée est comprise entre Q75 et Q98, alors elle est définie comme « forte » ;
- Si l'activité enregistrée est supérieure à Q98, alors elle est définie comme « très forte ».

Ainsi, le référentiel Sens Of Life définit des valeurs seuils pour les espèces contactées sur le parc éolien du Gâtinais (détailées en annexe Tableau 62 : Référentiel National d'activité chiroptérologique en altitude, Sens Of Life) qui nous permettent de caractériser le niveau d'activité de chaque espèce de chiroptères en fonction de la saison (Tableau 43 et Tableau 44).

	Parturition				Migration automnale			
	Eolienne E2	Eolienne E5	Eolienne E8	Eolienne E11	Eolienne E2	Eolienne E5	Eolienne E8	Eolienne E11
Pipistrelle commune	Activité très forte	Activité très forte						
Pipistrelle de Kuhl	Activité très faible	Activité très faible	Activité forte	Activité très forte	Activité très faible	Activité très faible	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle de Nathusius	Activité très faible	Activité très faible	Activité moyenne	Activité faible	Activité très faible	Activité moyenne	Activité forte	Activité très forte
Noctule commune	Activité moyenne	Activité très forte	Activité très forte	Activité très forte	Activité moyenne	Activité très forte	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	Activité moyenne	Activité très faible	Activité moyenne	Activité très faible	Activité très faible	Activité faible	Activité moyenne	
Sérotine commune	Activité très faible	Activité moyenne	Activité faible	Activité très forte	Activité faible	Activité faible	Activité très forte	
Groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius	Activité très faible							
Groupe des Nyctaloïdes	Activité très faible							

Groupe des Rhinolophes	Activité nulle	Activité nulle	Activité nulle	Activité très faible	Activité nulle	Activité nulle	Activité nulle	Activité faible

Tableau 43 : Caractérisation du niveau d'activité de chaque espèce de chiroptères enregistrée sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du parc éolien du Gâtinais en 2022, en fonction du cycle biologique

	Parturition	Migration automnale
	Parc éolien du Gâtinais	Parc éolien du Gâtinais
Pipistrelle commune	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle de Kuhl	Activité moyenne	Activité forte
Pipistrelle de Nathusius	Activité très faible	Activité foyenne
Noctule commune	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	Activité faible	Activité faible
Sérotine commune	Activité moyenne	Activité très forte
Groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius	Activité très faible	Activité très faible
Groupe des Nyctaloïdes	Activité très faible	Activité très faible
Groupe des Rhinolophes	Activité très faible	Activité faible

Tableau 44 : Caractérisation du niveau d'activité de chaque espèce de chiroptères enregistrée l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022, en fonction du cycle biologique

V.3. Zoom sur les espèces présentes sur le parc du Gâtinais et leur sensibilité

V.3.1. Patrimonialité des chiroptères sur le parc éolien du Gâtinais

Le Tableau 45 présente l'ensemble des espèces contactées en fonction de leur caractère patrimonial (statuts de protection et de conservation) et de leur sensibilité aux collisions avec les éoliennes.

Espèce	Directive Habitats	Berne/Bonn	EUROBATS	LR Europe	LR France
Noctule commune	IV	II	I	LC	VU
Pipistrelle de Nathusius	IV	II	I	LC	NT
Pipistrelle commune	IV	II	I	LC	NT
Noctule de Leisler	IV	II	I	LC	NT
Sérotine commune	IV	II	I	LC	NT
Pipistrelle de Kuhl	IV	II	I	LC	LC

Tableau 45 : Synthèse des valeurs patrimoniales (statuts de protection et de conservation) de chaque espèce de chiroptère recensée sur le parc éolien du Gâtinais en 2022.

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 (IUCN, 2017) : **VU** : Vulnérable, **NT** : Quasi menacée, **LC** : Préoccupation mineure

Toutes les espèces de chauves-souris présentes en France sont intégralement protégées par l'Arrêté Ministériel du 17 avril 1981 relatif à la protection de l'environnement. 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.

V.3.2. Calcul de la note de risque

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, 2021) :

- 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 (Tableau 45) et sa sensibilité avérée à l'activité des parcs éoliens, selon la matrice ci-dessous.

Enjeu de conservation	Espèce non protégée	Sensibilité à l'éolien				
		0	1	2	3	4
	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 46 : 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.

V.3.3. Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)



Figure 25 : Pipistrelle commune. CCO domaine public.

La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe II de la Convention Bonn, annexe I de l'accord EUROBATS et annexe II de la Convention de Berne) et classée comme « Quasi-menacée » sur la Liste rouge UICN 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 30m 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, 2009), très rarement à plus de 5 km (Arthur et 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 Y., com. pers.).

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 (MJ 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.

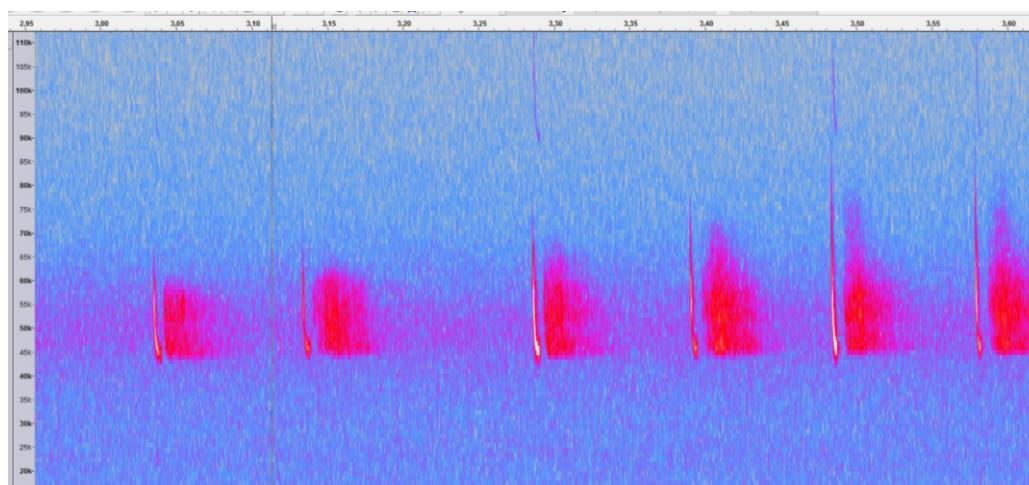


Figure 26 : Sonogramme de cris émis par une Pipistrelle commune

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Pipistrelle commune sont les suivantes :

	Pipistrelle commune							
	E2		E5		E8		E11	
	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N= 723		N= 979		N= 1380		N= 1277	
Nombre de contacts corrigés	N= 600,09		N= 812,57		N= 1145,40		N= 1059,91	
Proportion par rapport aux contacts totaux	16,59%		22,46%		31,66%		29,30%	
Nombre de contacts en fonction de la date	N= 19 le 04/10/22	Du 16/06/22 au 31/10/22	N= 27 le 07/10/22	Du 16/06/22 au 31/10/22	N= 51 le 17/08/22	Du 16/06/22 au 31/10/22	N= 39 le 12/10/22	Du 16/06/22 au 31/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N= 27 à 22h20	Entre 19h30 et 07h20	N= 31 à 22h40	Entre 19h30 et 07h20	N= 39 à 23h20	Entre 19h30 et 07h20	N= 47 à 23h10	Entre 19h00 et 08h20
Nombre de contacts en fonction de la température	N= 91 pour 19°C	11°C à 31°C	N= 124 pour 18°C	10°C à 31°C	N= 228 pour 18°C	10°C à 31°C	N= 141 pour 17°C	10°C à 32°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N= 99 pour 2,5 m.s-1	0 à 7,5 m.s-1	N= 117 pour 3,5 m.s-1	0,5 à 7,5 m.s-1	N= 180 pour 1,5 m.s-1	0,5 à 7,5 m.s-1	N= 145 pour 2,0 m.s-1	0,5 à 7,0 m.s-1

Tableau 47 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022

	Pipistrelle commune – Parc éolien du Gâtinais	
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 4359	
Nombre de contacts corrigés	N = 3617,87	
Proportion par rapport aux contacts totaux	83,84%	
Nombre de contacts en fonction de la date	N= 103 le 12/10/22	Du 16/06/22 au 31/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N= 123 à 23h10	Entre 19h00 et 08h20
Nombre de contacts en fonction de la température	N= 562 pour 18°C	10°C à 32°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N= 436 pour 3,5 m.s-1	0 à 7,5 m.s-1

Tableau 48 : Données d'activité de la Pipistrelle commune sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022

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).

V.3.4. Pipistrelle de Natusius (*Pipistrellus nathusii*)

La **Pipistrelle de Natusius** (*Pipistrellus nathusii*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe II de la Convention Bonn, annexe I de l'accord EUROBATS et annexe II de la Convention de Berne) 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).

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, il peut y avoir les deux sexes.



Figure 27 : Pipistrelle de Natusius. CCO domaine public.

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.

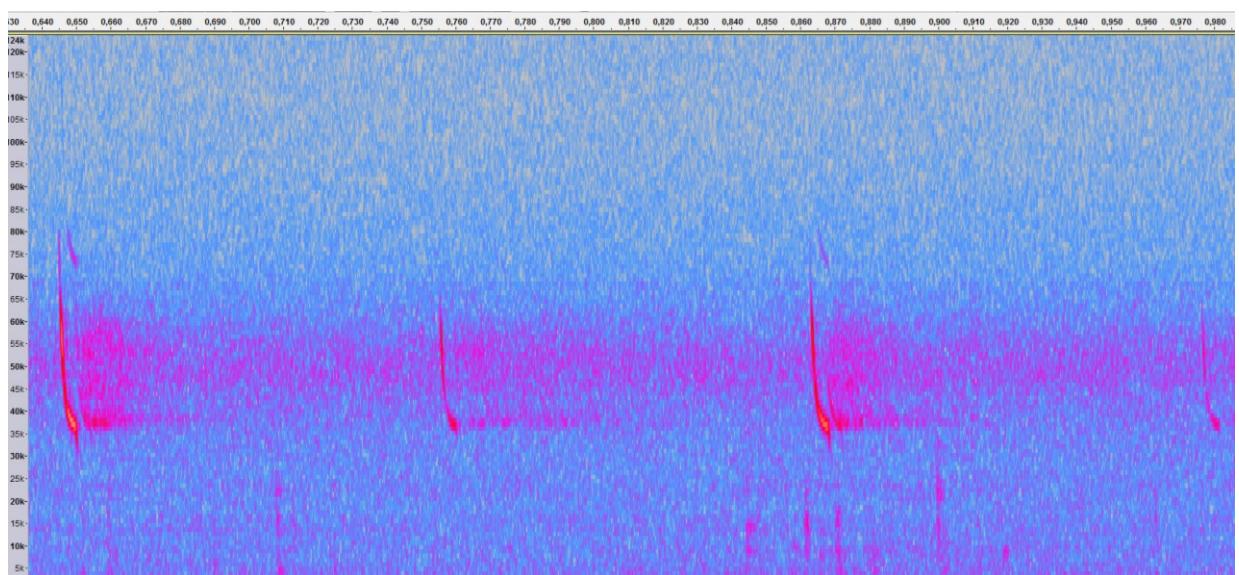
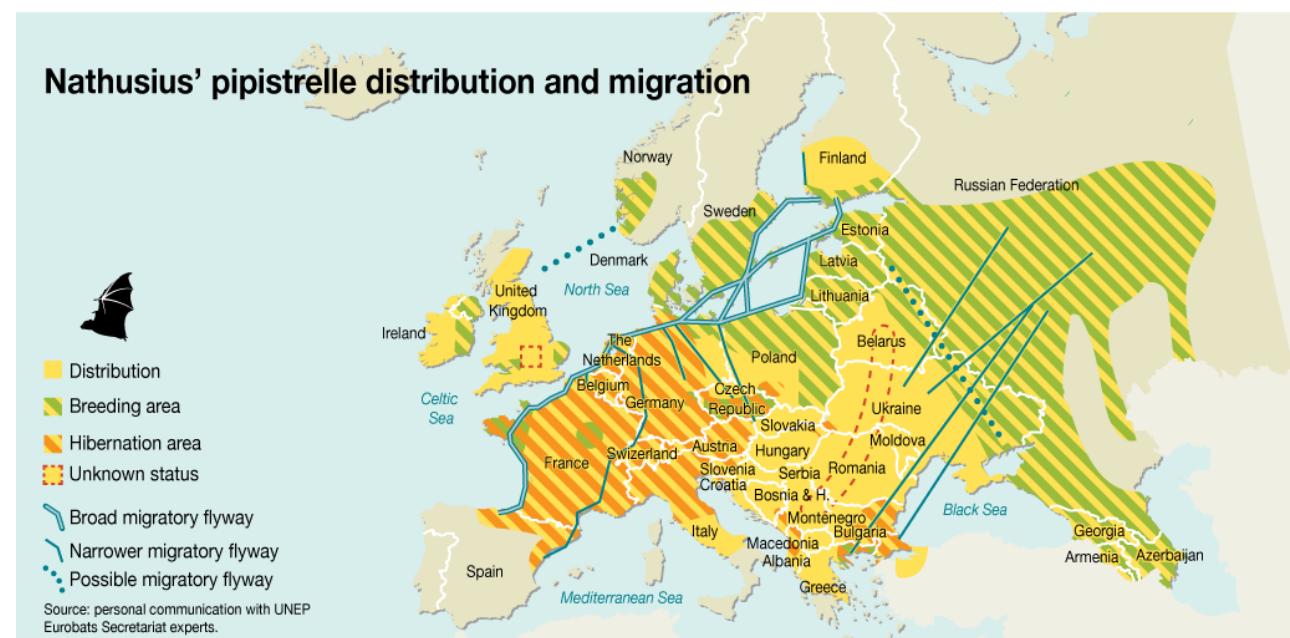


Figure 28 : Sonogramme des cris de Pipistrelle de Natusius/Kuhl



Carte 13 : Carte de répartition et de migration de la Pipistrelle de Natusius

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

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Pipistrelle de Natusius sont les suivantes :

	Pipistrelle de Natusius							
	E2		E5		E8		E11	
	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N= 7		N= 32		N= 60		N= 63	
Nombre de contacts corrigés	N= 5,81		N= 26,56		N= 49,8		N= 52,29	
Proportion par rapport aux contacts totaux	4,32%		19,75%		37,04%		38,89%	
Nombre de contacts en fonction de la date	Pas assez de données	Du 29/06/22 au 09/10/22	N= 3 le 04/10/22	Du 28/06/22 au 30/10/22	N= 4 le 01/08/22	Du 17/06/22 au 29/10/22	N= 27 le 18/08/22	Du 17/06/22 au 31/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	Pas assez de données	Entre 22h30 et 07h00	Pas assez de données	Entre 19h40 et 05h00	N= 3 à 06h00	Entre 19h50 et 07h00	N= 5 à 23h30	Entre 19h20 et 08h10
Nombre de contacts en fonction de la température	Pas assez de données	15°C à 29°C	N= 6 pour 18°C	12°C à 25°C	N= 8 pour 20°C	11°C à 30°C	N= 10 pour 21°C	11°C à 31°C
Nombre de contacts en fonction du vent	Pas assez de données	1 à 6,0 m.s-1	N= 7 pour 5,0 m.s-1	1 à 6 m.s-1	N= 13 pour 4,0 m.s-1	1 à 6,0 m.s-1	N= 13 pour 4,5 m.s-1	1 à 6,0 m.s-1

Tableau 49 : Données d'activité de la Pipistrelle de Natusius sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022

Pipistrelle de Natusius – Parc éolien du Gâtinais	
Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 162
Nombre de contacts corrigés	N = 134,46
Proportion par rapport aux contacts totaux	3,12%
Nombre de contacts en fonction de la date	N= 7 le 04/10/22 Du 17/06/22 au 31/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N= 7 à 23h30 Entre 19h20 et 08h10
Nombre de contacts en fonction de la température	N= 19 pour 18°C 11°C à 31°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N= 24 pour 3,0 m.s-1 1 à 6,0 m.s-1

Tableau 50 : Données d'activité de la Pipistrelle de Natusius sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022

La Pipistrelle de Natusius 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).**

V.3.5. Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*)



Figure 29 : Pipistrelle de Kuhl,
CCO domaine public.

La Pipistrelle de Kuhl chasse principalement dans les zones proches des agglomérations (dans des parcs et jardins) mais aussi le long de lisières et au-dessus de terrains agricoles. Elle est capable d'évoluer en plein ciel, à la manière des martinets, avant que ces derniers ne reviennent fin avril et induisent une compétition trop importante pour les ressources alimentaires disponibles. Cette espèce est également connue pour sa chasse sous les lampadaires en milieu urbain. Sur son terrain de chasse, elle évolue le plus souvent entre 1 et 15 m de hauteur de vol mais elle peut ponctuellement utiliser le milieu aérien (notamment au-dessus de la canopée, en transit ou même en chasse). La Pipistrelle de Kuhl n'est pas connue pour être migratrice.

Les connaissances sur cette espèce sont limitées. Elle semble néanmoins étendre petit à petit son aire de répartition vers le nord. Les gîtes de cette espèce sont fortement liés aux habitations humaines ; la Pipistrelle de Kuhl est très anthropophile que ce soit pour ses gîtes d'été ou d'hiver.

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Pipistrelle de Kuhl sont les suivantes :

	Pipistrelle de Kuhl							
	E2		E5		E8		E11	
	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N= 9		N= 24		N= 108		N= 142	
Nombre de contacts corrigés	N= 7,47		N= 19,92		N= 89,64		N= 117,86	
Proportion par rapport aux contacts totaux	3,18%		8,48%		38,16%		50,18%	
Nombre de contacts en fonction de la date	Pas assez de données	Du 07/07/22 au 30/10/22	Pas assez de données	Du 22/06/22 au 07/10/22	N= 4 le 24/07/22 et le 03/10/22	Du 16/06/22 au 31/10/22	N= 6 le 02/09/22	Du 16/06/22 au 30/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N= 3 à 03h50	Entre 20h40 et 05h50	N= 4 à 21h50	Entre 21h00 et 07h00	N= 6 à 23h40	Entre 20h00 et 07h20	N= 5 à 03h40 et à 04h50	Entre 19h50 et 08h00
Nombre de contacts en fonction de la température	Pas assez de données	16°C à 25°C	Pas assez de données	12°C à 28°C	N= 16 pour 18°C	10°C à 30°C	N= 17 pour 17 et 18°C	10°C à 32°C
Nombre de contacts en fonction du vent	Pas assez de données	1,5 à 6,0 m.s-1	N= 5 pour 2,0 m.s-1	1,0 à 5,5 m.s-1	N= 20 pour 2,0 m.s-1	1 à 6,5 m.s-1	N= 26 pour 3,0 m.s-1	0,5 à 6,0 m.s-1

Tableau 51 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022

Pipistrelle de Kuhl – Parc éolien du Gâtinais	
Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 283
Nombre de contacts corrigés	N = 234,89
Proportion par rapport aux contacts totaux	5,44%
Nombre de contacts en fonction de la date	N= 10 le 02/09/22 Du 16/06/22 au 31/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N= 9 à 21h50, 22h20, 23h40 et à 03h50 Entre 19h50 et 08h00
Nombre de contacts en fonction de la température	N= 32 pour 17°C 10°C à 32°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N= 37 pour 2,0 m.s ⁻¹ 0,5 à 6,5 m.s ⁻¹

Tableau 52 : Données d'activité de la Pipistrelle de Kuhl sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022

La Pipistrelle de Kuhl est la 5ème 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).** 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...) semblent être les plus à risque. En ce qui concerne le risque de destruction de gîtes, cette espèce anthropophile semble très peu impactée par des projets éoliens dont la distance aux habitations doit être de 500 m. De plus, les bâtis isolés sont rarement détruits dans le cadre des projets éoliens. Cette espèce anthropophile semble très peu impactée par des projets éoliens distants des habitations.

V.3.6. Noctule commune (*Nyctalus noctula*)

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

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...



Figure 30 : Noctule commune.
CC0 domaine public.

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 10km en moyenne (Dietz, 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 et 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 migrants à une centaine de mètres d'altitude en plein jour. Une partie des populations européennes montre des tendances sédentaires. Comparée à toutes les autres espèces, la Noctule commune montre une très courte espérance de vie estimée à 2,2 ans (Arthur et 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.

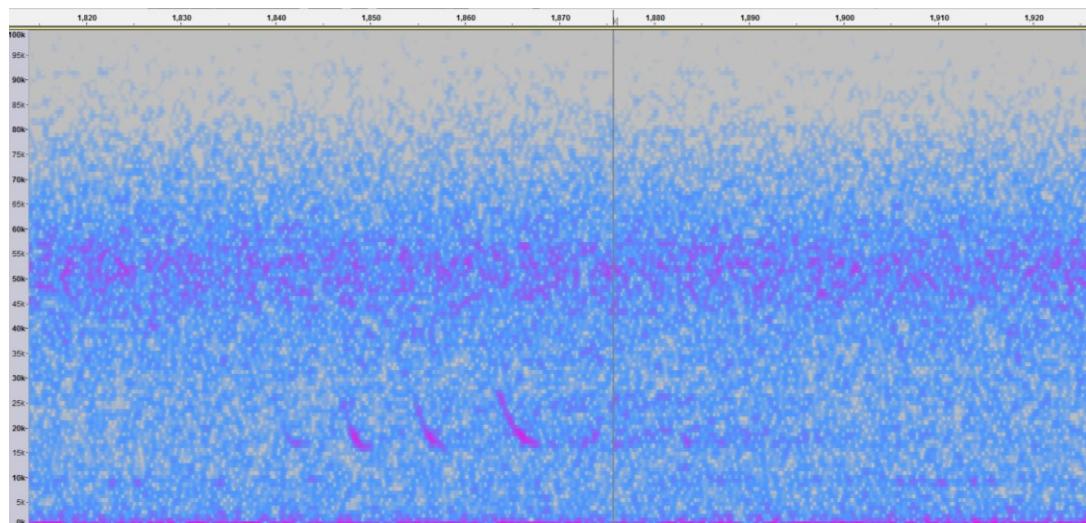


Figure 31 : Sonogramme de cris émis par une Noctule commune

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Noctule commune sont les suivantes :

	Noctule commune							
	E2		E5		E8		E11	
	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N= 27		N= 53		N= 75		N= 93	
Nombre de contacts corrigés	N= 6,75		N= 13,25		N= 18,75		N= 23,25	
Proportion par rapport aux contacts totaux	10,89%		21,37%		30,24%		37,50%	
Nombre de contacts en fonction de la date	N= 4 le 11/09/22	Du 28/06/22 au 24/10/22	N= 3 le 10/08/22 et 23/08/22	Du 16/06/22 au 31/10/22	Pas assez de données	Du 21/06/22 au 31/10/22	N= 4 le 25/08/22 et le 23/09/22	Du 21/06/22 au 28/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	Pas assez de données	Entre 21h30 et 05h50	N= 8 à 22h20	Entre 19h40 et 07h10	N= 4 à 02h00	Entre 19h40 et 07h10	N= 6 à 01h50	Entre 19h20 et 08h10
Nombre de contacts en fonction de la température	N= 7 pour 19°C	12°C à 27°C	N= 8 pour 18°C	13°C à 30°C	N= 11 pour 17°C	11°C à 30°C	N= 11 pour 19°C	11°C à 30°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N= 4 pour 7,0 et 7,5 m.s-1	1 à 12 m.s-1	N= 7 pour 6,5 et 8,5 m.s-1	1,5 à 10,0 m.s-1	N= 8 pour 3,0 m.s-1	1 à 12,0 m.s-1	N= 13 pour 3,0 m.s-1	1,5 à 10,0 m.s-1

Tableau 53 : Données d'activité de la Noctule commune sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022

	Noctule commune – Parc éolien du Gâtinais	
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 248	
Nombre de contacts corrigés	N = 62	
Proportion par rapport aux contacts totaux	1,44%	
Nombre de contacts en fonction de la date	N= 8 le 25/08/22	Du 16/06/22 au 31/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N= 10 à 21h40 et à 22h20	Entre 19h20 et 08h10
Nombre de contacts en fonction de la température	N= 29 pour 19°C	11°C à 30°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N= 23 pour 3,0 et pour 7,5 m.s-1	1 à 12,0 m.s-1

Tableau 54 : Données d'activité de la Noctule commune sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022

La Noctule commune est la 3ème 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).**

V.3.7. Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)



Figure 32 : Noctule de Leisler. CCO domaine public.

La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe II de la Convention Bonn, annexe I de l'accord EUROBATS et annexe II de la Convention de Berne) 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 et 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 26kHz.

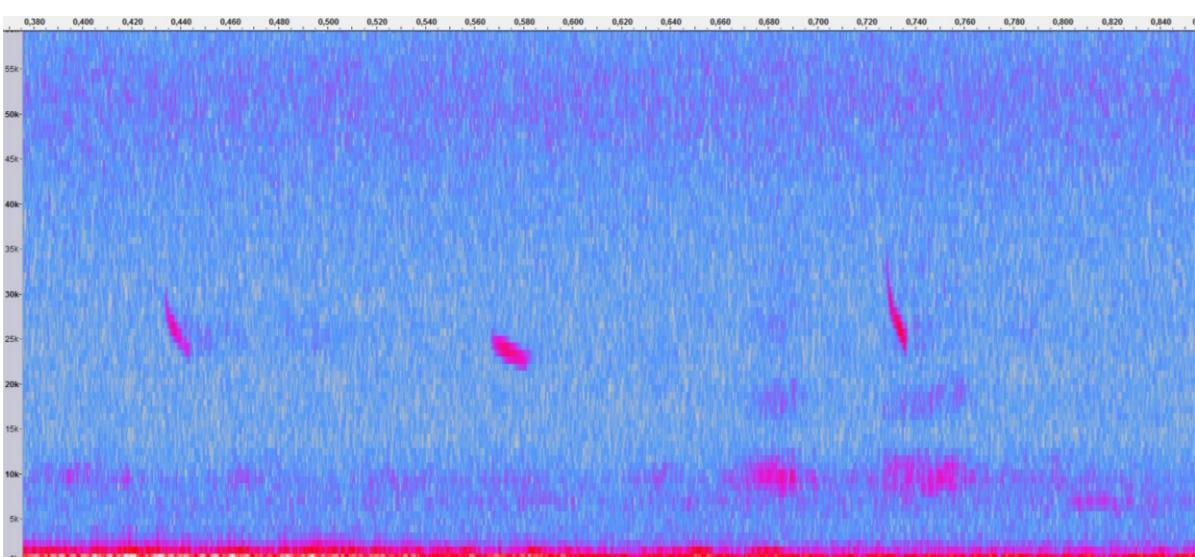


Figure 33 : Sonogramme de cris émis par une Noctule de Leisler

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Noctule de Leisler sont les suivantes :

	Noctule de Leisler							
	E2		E5		E8		E11	
	Pic d'activité	Plage d'activité						
Nombre de contacts bruts	N= 12		N= 5		N= 15		N= 16	
Nombre de contacts corrigés	N= 3,72		N= 1,55		N= 4,65		N= 4,96	
Proportion par rapport aux contacts totaux	25,00%		10,42%		31,25%		33,33%	
Nombre de contacts en fonction de la date	Pas assez de données	Du 02/07/22 au 22/10/22	Pas assez de données	Du 09/07/22 au 17/10/22	Pas assez de données	Du 23/06/22 au 24/10/22	Pas assez de données	Du 22/07/22 au 31/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	Pas assez de données	Entre 19h30 et 05h30	Pas assez de données	Entre 00h20 et 03h10	Pas assez de données	Entre 20h50 et 06h40	Pas assez de données	Entre 20h10 et 07h30
Nombre de contacts en fonction de la température	Pas assez de données	13°C à 26°C	Pas assez de données	12°C à 24°C	Pas assez de données	12°C à 28°C	Pas assez de données	12°C à 22°C
Nombre de contacts en fonction du vent	Pas assez de données	2,0 à 9,5 m.s-1	Pas assez de données	2,0 à 8,0 m.s-1	Pas assez de données	1,5 à 10,0 m.s-1	N= 3 pour 4,0 m.s-1	2,0 à 10,0 m.s-1

Tableau 55 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022

	Noctule de Leisler – Parc éolien du Gâtinais	
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 48	
Nombre de contacts corrigés	N = 14,88	
Proportion par rapport aux contacts totaux	0,34%	
Nombre de contacts en fonction de la date	Pas assez de données	Du 23/06/22 au 31/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	Pas assez de données	Entre 19h30 et 07h30
Nombre de contacts en fonction de la température	N= 5 pour 12, 17, 18, 20 et 22°C	12°C à 28°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N= 6 pour 4,0 et pour 8,5 m.s-1	1,5 à 10,0 m.s-1

Tableau 56 : Données d'activité de la Noctule de Leisler sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022

La Noctule de Leisler est la 4ème 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).**

V.3.8. Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)

La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) est une espèce d'intérêt communautaire (annexe IV de la Directive Habitats, annexe II de la Convention Bonn, annexe I de l'accord EUROBATS et annexe II de la Convention de Berne) 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 5km de son gîte. Très sédentaire, la distance entre ses gîtes d'hiver et d'été est souvent inférieure à 50km. Elle hiberne 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 Y., com. pers.). 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.

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 15km². 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 et 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. Celui-ci tentera ses premiers vols à environ vingt jours et il quittera pour la première fois son lieu de naissance entre 4 et 5 semaines. Très fidèle à son gîte, elle y reviendra tant qu'il reste accessible. La plus vieille Sérotine commune baguée a atteint l'âge de 24 ans.

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

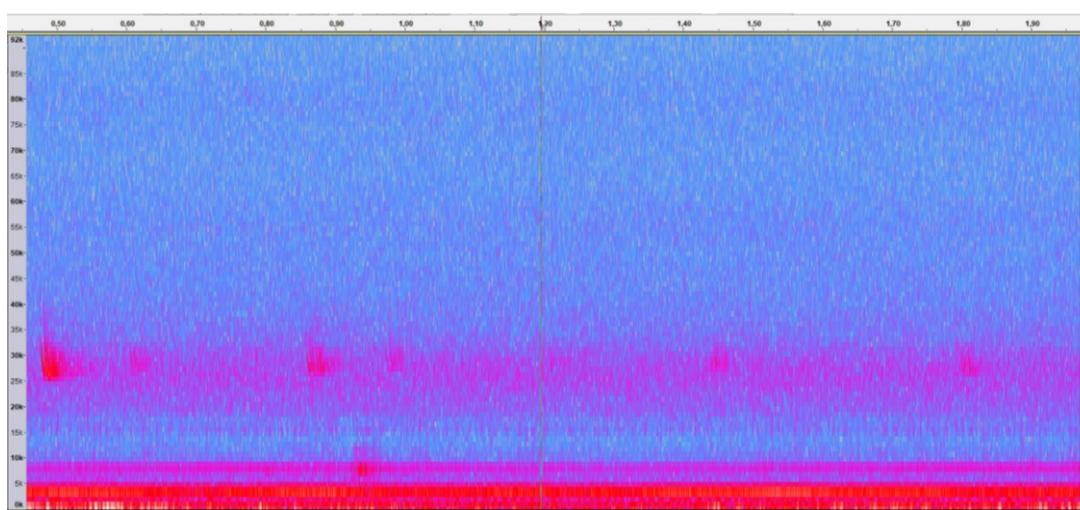


Figure 35 : Sonogramme de cris émis par une Sérotine commune



Figure 34 : Sérotine commune.
CCO domaine public.

Dans le cadre de notre étude, les valeurs d'activité caractérisant l'activité de la Sérotine commune sont les suivantes :

Sérotine commune								
E2		E5		E8		E11		
Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité	Pic d'activité	Plage d'activité	
Nombr e de contacts bruts	N= 24		N= 50		N= 28		N= 136	
Nombr e de contacts corrigés	N= 12		N= 25		N= 14		N= 68	
Proportion par rapport aux contacts totaux	10,08%		21,01%		11,76%		57,14%	
Nombre de contacts en fonction de la date	Pas assez de données	Du 19/06/22 au 31/10/22	Pas assez de données	Du 21/06/22 au 30/10/22	Pas assez de données	Du 21/06/22 au 17/10/22	N= 5 le 15/10/22	Du 16/06/22 au 30/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	Pas assez de données	Entre 19h30 et 06h50	N= 4 à 21h30	Entre 20h00 et 05h30	N= 4 à 22h10	Entre 20h10 et 06h00	N= 7 à 22h50	Entre 19h50 et 08h20
Nombre de contacts en fonction de la température	N= 5 pour 18°C	12°C à 27°C	N= 10 pour 17°C	13°C à 29°C	N= 5 pour 17°C	11°C à 31°C	N= 16 pour 16, 18 et 21°C	11°C à 31°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N= 5 pour 3,0 m.s ⁻¹	0 à 6,0 m.s ⁻¹	N= 8 pour 2,5 et 6,0 m.s ⁻¹	1,0 à 6,0 m.s ⁻¹	N= 8 pour 3,5 m.s ⁻¹	2,5 à 5,5 m.s ⁻¹	N= 24 pour 5,5 m.s ⁻¹	1,0 à 6,0 m.s ⁻¹

Tableau 57 : Données d'activité de la Sérotine commune sur les éoliennes E2, E5, E8 et E11 du Gâtinais en 2022

Sérotine commune – Parc éolien du Gâtinais		
	Pic d'activité	Plage d'activité
Nombre de contacts bruts	N = 238	
Nombre de contacts corrigés	N = 119	
Proportion par rapport aux contacts totaux	2,76%	
Nombre de contacts en fonction de la date	N= 7 le 07/10/22 et le 12/10/22	Du 16/06/22 au 31/10/22
Nombre de contacts en fonction de l'heure	N= 10 à 22h10 et à 22h50	Entre 19h30 et 08h20
Nombre de contacts en fonction de la température	N= 29 pour 18°C	11°C à 31°C
Nombre de contacts en fonction du vent	N= 33 pour 5,5 m.s ⁻¹	0 à 6,0 m.s ⁻¹

Tableau 58 : Données d'activité de la Sérotine commune sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022

C'est la 10ème 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).**

⇒ Synthèse du suivi d'activité des chiroptères par quatre TrackBats sur le parc éolien du Gâtinais en 2022

Les enregistrements des chiroptères ont eu lieu sur le parc éolien du Gâtinais en continu du 16/06/2022 au 31/10/2022. Au total, 5 555 contacts bruts ont été enregistrés, soit 4 315,46 contacts corrigés, dont 15,04% sur l'éolienne E2, 21,27% sur l'éolienne E5, 31,53% sur l'éolienne E8 et 32,16% sur l'éolienne E11. Le cortège d'espèces est réparti comme suit :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représente 83,84% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représente 5,09% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) représente 3,12% des contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représente 2,76% des contacts ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représente 1,44% des contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représente 0,34% des contacts ;
- Le groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius représente 2,40% ;
- Les Chiroptères indéterminés représentent 0,30% ;
- Le groupe des Nyctaloïdes représente 0,21% ;
- Le groupe des Rhinolophes représente 0,15%.

Sur l'ensemble du parc éolien, 90% de cette activité a eu lieu entre le 03/07/2022 et le 23/10/2022, avec un pic d'activité relevé le 12/10/2022, en pleine période de migration automnale.

L'activité chiroptérologique a été enregistrée entre 19h00 et 08h20, dont plus de 90% entre le coucher et le lever du soleil, ce qui illustre donc que l'activité est bien continue tout au long de la nuit sur le parc éolien. Un pic d'activité a été enregistré à 23h40 sur l'ensemble du parc éolien, qui rassemble 2,63% (n= 146 contacts) de l'activité totale enregistrée sur le parc.

L'activité chiroptérologique se déroule pour des vitesses de vent allant de 0 à 12,0 m.s⁻¹, avec un pic d'activité à 3,5 m.s⁻¹ sur l'ensemble du parc éolien (n = 540 contacts, soit 9,72% de l'activité totale enregistrée), et pour des températures comprises entre 10°C et 32°C, avec un pic d'activité à 18°C sur l'ensemble du parc éolien (n = 695 contacts, soit 12,51% de l'activité totale). Au total, 90% de l'activité des chiroptères est définie par une vitesse de vent inférieure ou égale à 6 m.s⁻¹ combinée à une température supérieure ou égale à 12°C.

Le niveau d'activité de chaque espèce de chiroptères a été caractérisé en fonction de la période biologique, suivant le référentiel Sens Of Life :

	Parturition	Migration automnale
	Parc éolien du Gâtinais	Parc éolien du Gâtinais
Pipistrelle commune	Activité très forte	Activité très forte
Pipistrelle de Kuhl	Activité moyenne	Activité forte
Pipistrelle de Nathusius	Activité très faible	Activité foyenne
Noctule commune	Activité très forte	Activité très forte
Noctule de Leisler	Activité faible	Activité faible
Sérotine commune	Activité moyenne	Activité très forte
Groupe Pipistrelles Kuhl/Nathusius	Activité très faible	Activité très faible
Groupe des Nyctaloïdes	Activité très faible	Activité très faible
Groupe des Rhinolophes	Activité très faible	Activité faible

Tableau 59 : Caractérisation du niveau d'activité de chaque espèce de chiroptères enregistrée l'ensemble du parc éolien du Gâtinais en 2022, en fonction du cycle biologique

VI. Discussion

V.1. Synthèse du suivi d'activité et de la mortalité aviaire

D'après l'étude d'impact effectuée en 2006, le projet du parc éolien du Gâtinais se situait sur un site de reproduction et de migration importante. Le risque d'impact concernant l'avifaune était considéré comme fort. En période hivernale, l'enjeu était considéré comme faible.

V.1.1. Avifaune nicheuse

Lors de l'étude d'Ecosphère en 2016, 18 espèces nicheuses avaient été recensées au sein de l'aire d'étude puis 41 autres aux abords du site d'étude.

Parmi les espèces nicheuses recensées ces deux dernières années, 11 espèces n'ont pas été recontactées depuis l'étude d'Ecosphère en 2016 (Tableau 60) :

- Le **Busard Saint-Martin** (*Circus cyaneus*),
- La **Caille des blés** (*Coturnix coturnix*),
- Le **Faisan de Colchide** (*Phasianus colchicus*),
- La **Fauvette à tête noire** (*Sylvia atricapilla*),
- La **Fauvette grisette** (*Sylvia communis*),
- Le **Merle noir** (*Turdus merula*),
- La **Mésange charbonnière** (*Parus major*),
- La **Mésange huppée** (*Lophophanes cristatus*),
- Le **Pinson des arbres** (*Fringilla coelebs*),
- Le **Rougegorge familier** (*Erithacus rubecula*),
- Et la **Tourterelle des bois** (*Streptopelia turtur*).

Au contraire, 17 espèces ont été recensées lors des suivis en 2022 par SensOfLife mais pas en 2016 par Ecosphère (Tableau 60) :

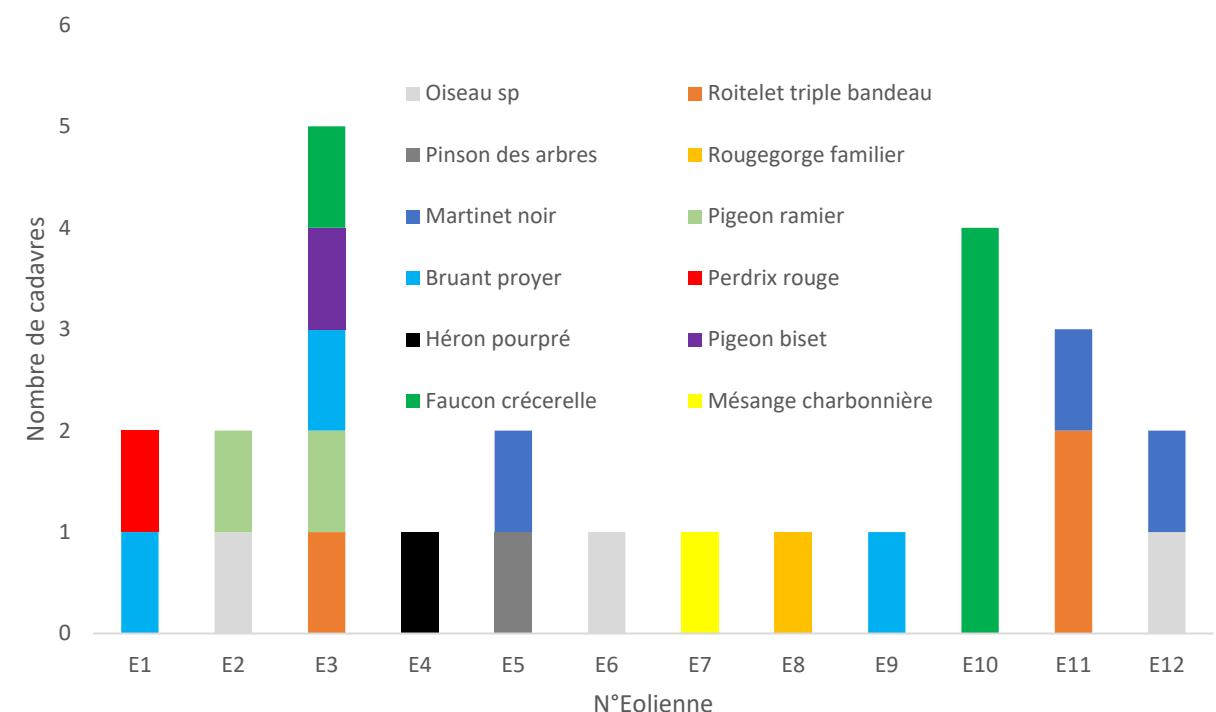
- La **Buse variable** (*Buteo buteo*),
- Le **Chardonneret élégant** (*Carduelis carduelis*),
- La **Chevêche d'Athéna** (*Athene noctua*),
- Le **Corbeau freux** (*Corvus frugilegus*),
- La **Corneille noire** (*Corvus corone*),
- L'**Effraie des clochers** (*Tyto alba*),
- L'**Etourneau sansonnet** (*Sturnus vulgaris*),
- Le **Goéland leucophée** (*Larus michahellis*),
- Le **Héron cendré** (*Ardea cinerea*),
- L'**Hirondelle de fenêtre** (*Delichon urbicum*),
- L'**Hirondelle rustique** (*Hirundo rustica*),
- Le **Moineau domestique** (*Passer domesticus*),
- La **Mouette rieuse** (*Chroicocephalus ridibundus*),
- Le **Petit-duc scops** (*Otus scops*),
- La **Pie bavarde** (*Pica pica*),
- Le **Pigeon biset** (*Columba livia*),
- Et la **Tourterelle turque** (*Streptopelia decaocto*).

V.1.2. Mortalité aviaire

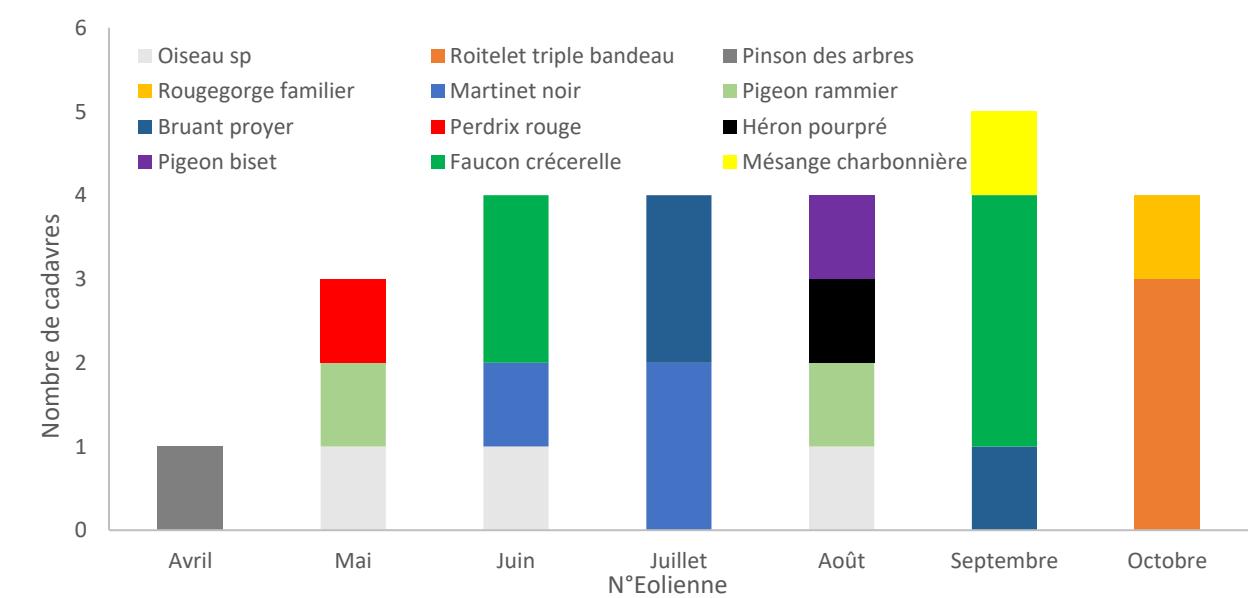
Au total sur les quatre années de suivis, 25 cadavres d'oiseaux de 11 espèces différentes ont été retrouvés sous les éoliennes du parc éolien du Gâtinais. Six en 2016, deux en 2018, neuf en 2021 et dix en 2022.

A noter 4 cadavres de Faucon crécerelle sous E10 en 2022 et un cadavre de Héron pourpré sous E4 en 2021.

Au moins un cadavre a été retrouvé sous chaque éolienne du parc éolien du Gâtinais depuis 2016.



Graphique 37 : Répartition des cadavres d'oiseaux par espèce en fonction de l'éolienne en 2016, 2018, 2021 et 2022.



Graphique 38 : Répartition des cadavres d'oiseaux par espèce en fonction du mois de la découverte en 2016, 2018, 2021 et 2022.

Espèce	Statut UICN			Présence de l'espèce lors des suivis en 2016 (ECOSPHERE) – Pas de données sur le nombre de contacts	Présence de l'espèce lors des suivis en 2022 (SOL) – Nombre de contacts	Cas de mortalité d'oiseaux en 2016 (Ecosphère)	Cas de mortalité d'oiseaux en 2018 (Calidris)	Cas de mortalité d'oiseaux en 2021 (SensOfLife)	Cas de mortalité d'oiseaux en 2022 (SensOfLife)	Commentaires (évolution d'effectifs, zones de nidification, etc.)
	LR France (2016)	LR Île-de-France (2018)	LR Centre-Val de Loire (2013)							
Alouette des champs (<i>Alauda arvensis</i>)	NT	NT	VU	Oui	58					Contactée en 2016 et en 2022
Bergeronnette grise (<i>Motacilla alba</i>)	LC	NT	LC	Oui	1					Contactée en 2016 et en 2022
Bergeronnette printanière (<i>Motacilla flava</i>)	LC	NT	LC	Oui	39					Contactée en 2016 et en 2022
Bruant proyer (<i>Emberiza calandra</i>)	LC	EN	NT	Oui	10		1	1	1	Contactée en 2016 et en 2022 Cadavres retrouvés régulièrement (2018, 2021 et 2022)
Busard Saint-Martin (<i>Circus cyaneus</i>)	LC	VU	NT	Oui						Contacté uniquement en 2016
Busard sp					1					Busard non déterminé
Buse variable (<i>Buteo buteo</i>)	LC	LC	LC		14					Contactée uniquement en 2022
Caille des blés (<i>Coturnix coturnix</i>)	LC	NT	LC	Oui	7					Contactée uniquement en 2016
Chardonneret élégant (<i>Carduelis carduelis</i>)	VU	NT	LC		6 (SN)					Contacté uniquement en 2022
Chevêche d'Athéna (<i>Athene noctua</i>)	LC	NT	NT		68					Contactée uniquement en 2022
Corbeau freux (<i>Corvus frugilegus</i>)	LC	LC	LC		55					Contactée uniquement en 2022
Corneille noire (<i>Corvus corone</i>)	LC	LC	LC		3 (SN)					Contactée uniquement en 2022
Effraie des clochers (<i>Tyto alba</i>)	LC	VU	NT		236					Contacté uniquement en 2022
Etourneau sansonnet (<i>Sturnus vulgaris</i>)	LC	LC	LC	Oui						Contacté uniquement en 2022
Faisan de Colchide (<i>Phasianus colchicus</i>)	LC	LC	NE							Contacté uniquement en 2016
Faucon crécerelle (<i>Falco tinnunculus</i>)	NT	NT	LC	Oui	7				5	Contacté en 2016 et en 2022 5 cadavres en 2022 soit pas d'acclimatation pour des éoliennes déjà en place depuis quelques années
Fauvette à tête noire (<i>Sylvia atricapilla</i>)	LC	LC	LC	Oui						Contactée uniquement en 2016
Fauvette griselette (<i>Sylvia communis</i>)	LC	LC	LC	Oui						Contactée uniquement en 2016
Goéland leucophée (<i>Larus michahellis</i>)	LC	NA	VU		96					Contacté uniquement en 2022
Héron cendré (<i>Ardea cinerea</i>)	LC	LC	LC		1					Contactée uniquement en 2022
Héron pourpré (<i>Ardea purpurea</i>)	LC	NA	VU					1		Pas de contacts ni en 2016 et ni en 2022 mais un cadavre retrouvé en août 2021
Hirondelle de fenêtre (<i>Delichon urbicum</i>)	NT	NT	LC		23					Contactée uniquement en 2022
Hirondelle rustique (<i>Hirundo rustica</i>)	NT	VU	LC		7					Contactée uniquement en 2022
Linotte mélodieuse (<i>Linaria cannabina</i>)	VU	VU	NT	Oui	6					Contactée en 2016 et en 2022
Martinet noir (<i>Apus apus</i>)	NT	LC	LC			1		1	1	Pas de contacts ni en 2016 et ni en 2022 mais des cadavres retrouvés régulièrement (2016, 2021 et 2022)
Merle noir (<i>Turdus merula</i>)	LC	LC	LC	Oui						Contacté uniquement en 2016
Mésange bleue (<i>Cyanistes caeruleus</i>)	LC	LC	LC	Oui	1					Contactée en 2016 et en 2022
Mésange charbonnière (<i>Parus major</i>)	LC	LC	LC	Oui					1	Contactée uniquement en 2016 Un cadavre retrouvé en 2022
Mésange huppée (<i>Lophophanes cristatus</i>)	LC	LC	LC	Oui						Contactée uniquement en 2016
Moineau domestique (<i>Passer domesticus</i>)	LC	VU	LC		36					Contacté uniquement en 2022
Mouette rieuse (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	NT	EN	LC		1					Contactée uniquement en 2022
Œdicnème criard (<i>Burhinus oedicnemus</i>)	LC	VU	LC	Oui	1					Contacté en 2016 et en 2022
Perdrix grise (<i>Perdix perdix</i>)	LC	VU	NT	Oui	12					Contactée en 2016 et en 2022
Perdrix rouge (<i>Alectoris rufa</i>)	LC	DD	LC					1		Pas de contacts ni en 2016 et ni en 2022 mais un cadavre retrouvé en 2021
Petit-duc (<i>Otus scops</i>)	LC	RE	CR		1 (SN)					Contacté uniquement en 2022
Pie bavarde (<i>Pica pica</i>)	LC	LC	LC		3					Contactée uniquement en 2022
Pigeon biset (<i>Columba livia</i>)	DD	LC	NE		3			1		Contacté uniquement en 2022
Pigeon ramier (<i>Columba palumbus</i>)	LC	LC	LC	Oui	51		1	1		Contacté en 2016 et en 2022 Cadavres retrouvés régulièrement (2018 et 2021)

Espèce	Statut UICN			Présence de l'espèce lors des suivis en 2016 (ECOSPHERE) – Pas de données sur le nombre de contacts	Présence de l'espèce lors des suivis en 2022 (SOL) – Nombre de contacts	Cas de mortalité d'oiseaux en 2016 (Ecosphère)	Cas de mortalité d'oiseaux en 2018 (Calidris)	Cas de mortalité d'oiseaux en 2021 (SensOfLife)	Cas de mortalité d'oiseaux en 2022 (SensOfLife)	Commentaires (évolution d'effectifs, zones de nidification, etc.)
	LR France (2016)	LR Île-de-France (2018)	LR Centre-Val de Loire (2013)							
Pinson des arbres (<i>Fringilla coelebs</i>)	LC	LC	LC	Oui		1				Contacté uniquement en 2016
Pouillot véloce (<i>Phylloscopus collybita</i>)	LC	LC	LC	Oui	1					Contacté en 2016 et en 2022
Roitelet triple bandeau (<i>Regulus ignicapilla</i>)	LC	LC	LC			3				Pas de contacts ni en 2016 et ni en 2022 mais 3 cadavres retrouvés en 2016
Rougegorge familier (<i>Erythacus rubecula</i>)	LC	LC	LC	Oui		1				Contacté uniquement en 2016
Tourterelle des bois (<i>Streptopelia turtur</i>)	VU	EN	LC	Oui						Contactée uniquement en 2016
Tourterelle turque (<i>Streptopelia decaocto</i>)	LC	LC	LC		13					Contactée uniquement en 2022
Vanneau huppé (<i>Vanellus vanellus</i>)	NT	VU	VU	Oui	12					Contacté en 2016 et en 2022
Oiseaux sp								1	2	
Total des espèces nicheuses (statut UICN nicheur) et de cadavres	23 espèces	30 espèces			6	2	7	10		

Tableau 60 : Comparaison des espèces d'oiseaux nicheuses recensées sur le parc éolien du Gâtinais entre 2016 et 2022 avec le suivi de la mortalité au sol (SN = Suivi nocturne).

V.2. Synthèse du suivi acoustique et de la mortalité des chiroptères

V.2.1. Synthèse du suivi acoustique des chiroptères

En 2006, l'étude d'impact réalisé par Equipement et Environnement présentait les conclusions suivantes pour le groupe des chiroptères : « *La zone d'étude se caractérise par une faible densité et une très faible diversité de chiroptères. La Pipistrelle de Kuhl est toutefois présente à proximité, dans le village de Mondreville, l'enjeu pour les chiroptères est donc considéré comme moyen* ».

En 2022, les TrackBat positionnés en nacelle des éoliennes E2, E5, E8 et E11 ont enregistrés des chiroptères du 16 juin au 31 octobre 2022, permettant de recenser six espèces et 4 315,46 contacts (corrigés) en altitude :

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) représente 83,84% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) représente 5,09% des contacts ;
- La **Pipistrelle de Natusius** (*Pipistrellus nathusii*) représente 3,12% des contacts ;
- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) représente 2,76% des contacts ;
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) représente 1,44% des contacts ;
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) représente 0,34% des contacts ;
- Le groupe Pipistrelles Kuhl/Natusius représente 2,40% ;
- Les Chiroptères indéterminés représentent 0,30% ;
- Le groupe des Nyctaloïdes représente 0,21% ;
- Le groupe des Rhinolophes représente 0,15%.

	Contacts corrigés en 2021 (2 TrackBat)	Contacts corrigés en 2022 (4 TrackBat)	Cas de mortalité brute en 2016	Cas de mortalité brute en 2018	Cas de mortalité brute en 2021	Cas de mortalité brute en 2022
Pipistrelle commune	690,6	3617,97	6	4	12	2
Pipistrelle de Kuhl	278,9	234,89	0	0	2	0
Pipistrelle de Natusius	61,4	134,46	0	0	2	0
Noctule commune	34,3	62	2	0	1	1
Noctule de Leisler	12,7	14,88	0	0	0	0
Sérotine commune	119,5	119	0	0	0	0
Groupe Pipistrelles Kuhl/Natusius	0	103,75	0	0	0	0
Chiroptères indéterminés	14,9	13	2	5	2	2
Groupe des Nyctaloïdes	0	9,01	0	0	0	0
Groupe des Rhinolophes	0,3	6,5	0	0	0	0
Total toutes espèces confondues	1212,6	4315,46	10	9	19	5

Tableau 61 : Comparaison de la mortalité des chiroptères entre 2016, 2018, 2021 et 2022 et activité moyenne corrigée des données TrackBat en nacelle des éoliennes E2, E5, E8 et E11 en 2022 sur le parc éolien du Gâtinais.

Les paramètres caractérisant 90% de l'activité des chiroptères en 2022 sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais ont été les suivants :

- Entre le 03 juillet et le 31 octobre 2022 ;
- Entre 20h50 et 6h30 ;
- Pour des vitesses de vent inférieures ou égales à $6,0 \text{ m.s}^{-1}$;
- Pour des températures supérieures ou égales à 12°C .

Pour rappel, le dernier bridage date de 2019 et est toujours en place selon les paramètres cumulatifs suivants :

- Entre le 01 juillet au 30 septembre 2022
- Pendant les 5 premières heures après le coucher du soleil ;
- Pour des vitesses de vent inférieures à $6,0 \text{ m.s}^{-1}$;
- Pour des températures supérieures à 14°C .

V.2.2. Synthèse de la mortalité des chiroptères

Au total sur les quatre années de suivis, 43 cadavres de chiroptères de 4 espèces différentes ont été retrouvés sous les éoliennes du parc éolien du Gâtinais. Dix en 2016, neuf en 2018, dix-neuf en 2021 et cinq en 2022. Plus de la moitié des cadavres correspondent à la **Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)** avec 24 cadavres.

En 2016 :

- 6 **Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)**,
- 2 **Noctule commune (*Nyctalus noctula*)**,
- 2 **Chiroptère indéterminé**.

En 2018 :

- 4 **Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)**,
- 5 **Chiroptère indéterminé**.

En 2021 :

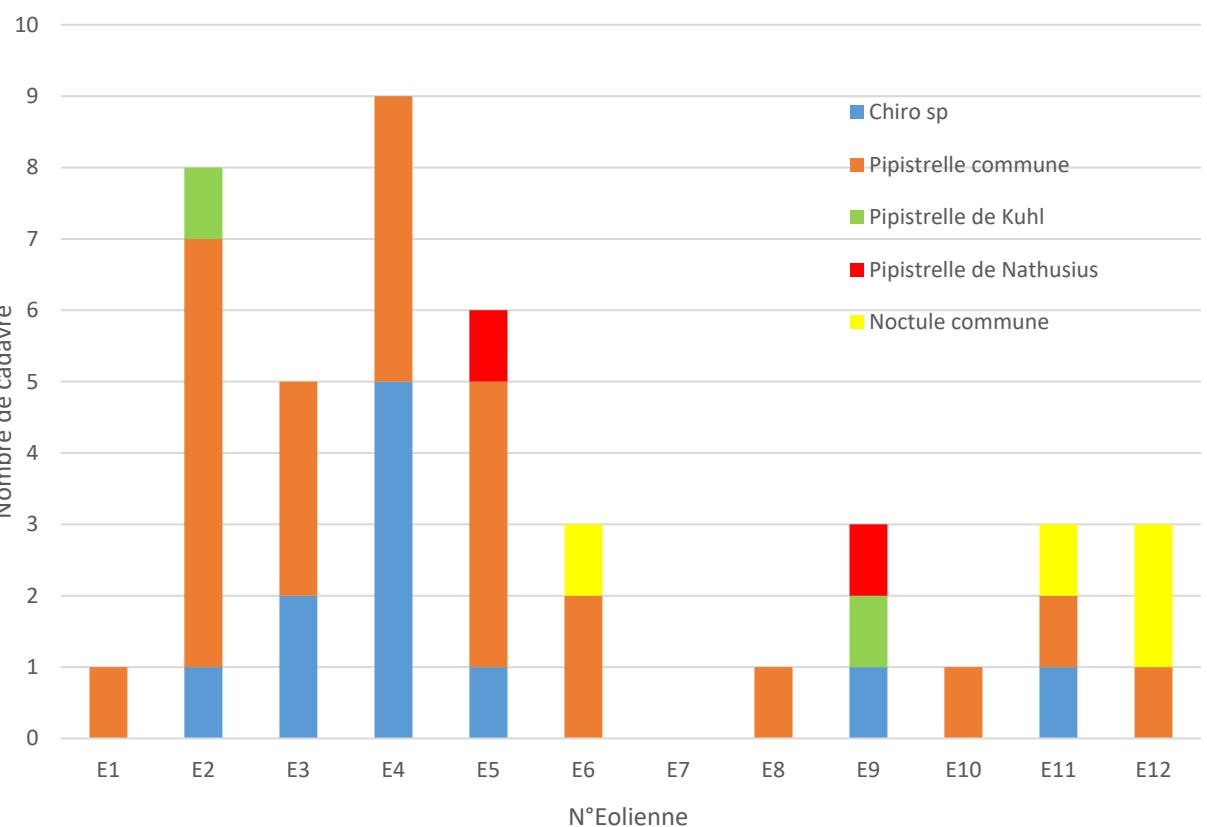
- 12 **Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)**,
- 2 **Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*)**,
- 2 **Pipistrelle de Natusius (*Pipistrellus nathusii*)**,
- 1 **Noctule commune (*Nyctalus noctula*)**,
- 2 **Chiroptère indéterminé**.

En 2022 :

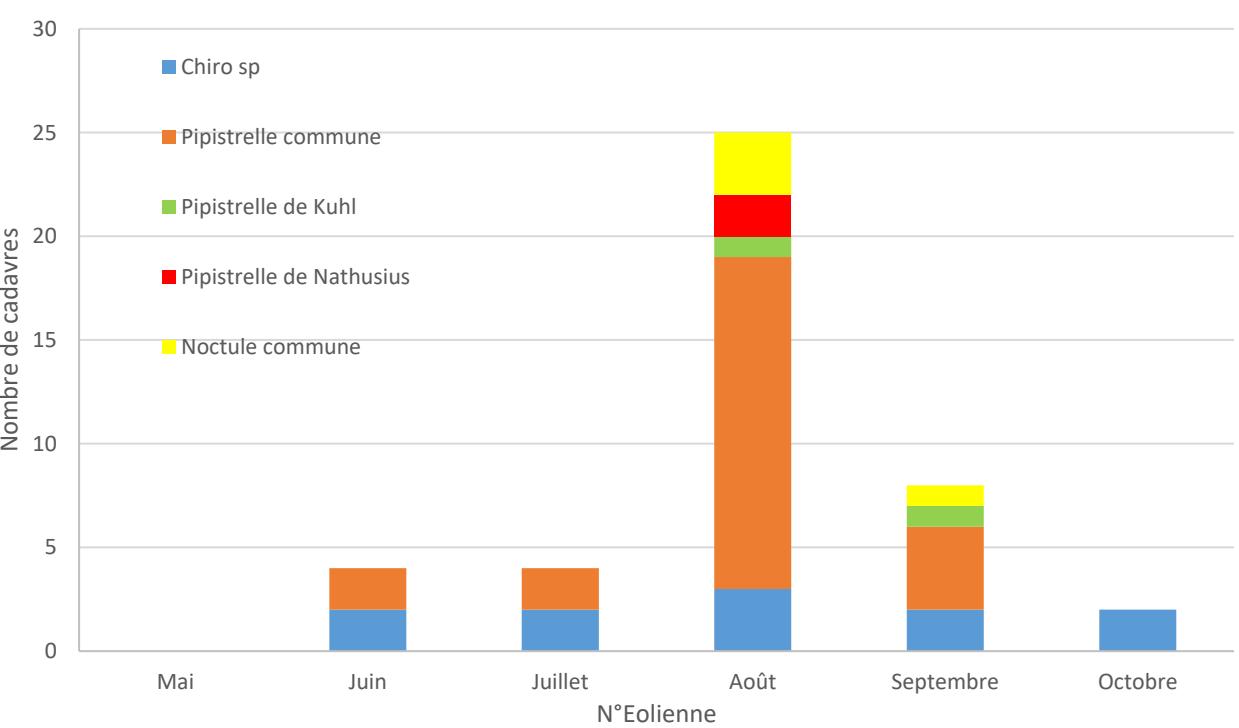
- 2 **Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)**,
- 1 **Noctule commune (*Nyctalus noctula*)**,
- 2 **Chiroptère indéterminé**.

Depuis 2016, aucun cadavre de chiroptère n'a été découvert sous l'éolienne E10. L'éolienne la plus mortifère est la E4 avec 9 cadavres et la tendance montre que les mortalités sont constatées plutôt sur la partie Est du parc entre E2 et E5.

Sur les 43 cadavres de chiroptères retrouvés depuis 2016 (2016, 2018, 2021 et 2022), 25 ont été retrouvés au mois d'août et 8 au mois de septembre, soit en période de transition/migration automnale.



Graphique 39 : Répartition des cadavres de chiroptères par espèce en fonction de l'éolienne en 2016, 2018, 2021 et 2022.



Graphique 40 : Répartition des cadavres de chiroptères par espèce en fonction du mois de la découverte en 2016, 2018, 2021 et 2022.

VI. Conclusion et préconisations pour la suite de l'exploitation du parc

Le principal objectif de cette étude a été d'évaluer l'efficacité du bridage dynamique mis en place en 2022 sur le parc éolien du Gâtinais et de comparer les résultats de mortalité obtenu en 2016, 2018 et en 2021. Mais le bridage dynamique n'a pas été actif en 2022 à la suite de problèmes techniques et sera actif à partir de 2023.

Six espèces ont été identifiées avec certitude en altitude en 2022. Pendant la durée de l'étude, sur l'ensemble du parc éolien du Gâtinais environ 90% de l'activité chiroptérologique a été caractérisée par les paramètres suivants :

- Entre le 03 juillet et le 31 octobre 2022 ;
- Entre 20h50 et 6h30 ;
- Pour des vitesses de vent inférieures ou égales à 6,0 m.s⁻¹ ;
- Pour des températures supérieures ou égales à 12°C.

Chiroptères

En 2021, 19 cadavres de chiroptères ont été retrouvés contre 5 en 2022 sur le parc éolien du Gâtinais. La mortalité était estimée entre **6,8 ± 0,3** (Erickson et al., 2005) et **9,3 ± 0,4** (Jones et al., 2009) **chiroptères tués** par éolienne de mai à octobre **2021**, puis est estimée entre **1,6 ± 0,02** (Huso, 2010) et **2,4 ± 0,03** (Winkelman, 1992) **chiroptères tués** par éolienne, de mai à octobre **2022**. Aucun cadavre de chiroptères n'a été découvert sous l'éolienne E6 en 2021 puis aucun sous les éoliennes E5, E7, E8, E9 et E11 en 2022. Ces taux de mortalité étaient considérés comme supérieurs à ceux rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires pour toutes les éoliennes en 2021 et sont considérés comme conformes en 2022.

A noter que 2 cadavres de Noctule commune (*Nyctalus noctula*) classée « Vulnérable » sur la Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine, ont été retrouvés sous E12 à des dates similaires en période de transit automnal (1 en 2021 le 24/08/2021 et 1 en 2022 le 25/08/2022).

Si un Probat est en service en 2023, celui-ci devra faire l'objet d'un suivi environnemental tel que prévu par la DREAL afin de valider l'efficacité du dispositif.

Oiseaux

En 2021, 7 cadavres d'oiseaux ont été retrouvés contre 10 en 2022 sur le parc éolien du Gâtinais. La mortalité était estimée entre **1,9 ± 0,1** (Erickson et al., 2005) et **3,0 ± 0,1** (Bastos et al., 2013) **oiseaux tués** par éolienne de mai à octobre **2021**, puis est estimée entre **2,7 ± 0,23** (Huso, 2010) et **3,2 ± 0,11** (Bastos et al., 2013) **oiseaux tués** par éolienne, de mai à octobre **2022**. Aucun cadavre d'oiseaux n'a été découvert sous les éoliennes E2, E5, E8, E9 et E11 en 2021 puis aucun sous les éoliennes E4, E8, E9 et E11 en 2022. Ces taux de mortalité étaient considérés comme conformes à ceux rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires pour toutes les éoliennes en 2021 et sont considérés comme conformes en 2022.

Cependant, au vu de la mortalité élevée du Faucon crécerelle, nous préconisons la mise en place d'une mesure de réduction. L'espèce a été particulièrement touchée sur le parc en 2022, avec 5 des 10 cadavres d'oiseaux retrouvés au cours des différents suivis de mortalité appartenant à cette espèce.

La délocalisation de la zone de chasse des rapaces en posant des perchoirs dans les alentours immédiats du parc éolien n'est pas recommandée : le faucon crécerelle chasse dans un rayon de 3km autour de son nid, mais les alentours du parc comportent trop de zones à risques, notamment d'autres parcs éoliens ainsi qu'une

autoroute. L'installation de perchoirs dans cette zone reviendrait à déplacer le problème, et pourrait même causer un plus grand impact sur le Faucon crécerelle, en attirant des individus venant de l'extérieur.

Dans l'objectif de réduire l'impact du parc éolien du Gâtinais sur cette espèce, nous préconisons la **mise en place d'au moins une dizaine de perchoirs à rapaces dans une zone plus éloignée du parc éolien, dans le but de créer une zone de chasse favorable à l'espèce en-dehors du périmètre à risque**. Ces derniers peuvent être installés le long de chemins agricoles en espaces ouverts, et à 100 mètres de distance les uns des autres afin d'offrir aux rapaces un plus grand espace de chasse.

Afin d'étudier l'utilisation de ces perchoirs, nous préconisons un suivi comportemental des Faucons crécerelles à leurs abords du parc, puis un suivi de mortalité l'année suivante, afin de valider l'efficacité de cette mesure en 2024.



VII. 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.
- Arthur, L., & Lemaire, M. (2009). *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. (Publications scientifiques du muséum). Biotope édition.
- Arthur, L., & Lemaire, M. (2015). *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse, Deuxième édition*. (Publication scientifique du muséum). Biotope édition.
- 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 feldermausdaten 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.
- 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*.
- 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-Weisshahn, H., & Bontadina, F. (2006). *Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg* (Projekt 0410 L; p. 66). Regierungspräsidium Freiburg.
- Cade, T. J. (1994). Industry Research : Kenetech Windpower. *Wind Power*, 156.
- Cieślak et Dul. (2006). *Feather identification for bird conservation* (Natura publishing house).
- 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.
- 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>
- Dietz, C., von Helversen, O., & Nill, D. (2009). *L'encyclopedie 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'Énergie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer.
- DREAL. (2018). *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres*. Ministère de l'Énergie, de l'Énergie, 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. (2022). *Synthèse des bilans de suivi de la mortalité sous les éoliennes d'Europe, bilan de janvier 2020*.
- 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). *Suivi 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). *A study of bird behavior in a wind farm and adjacent areas in Tarifa (Spain); management considerations*. Proc. Nat. Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego.
- 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 dénominvements 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*. In : *Federal Maritime and Hydrographic Agency, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (eds.) Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus*, Springer Fachmedien, Wiesbaden 2014. 111-131.
- 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.
- 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). *Stimation 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)
- 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*. Ecospère. <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>
- 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>
- 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>
- Marx, G. (2017). *Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 (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 (Eds.), *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>
- 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>
- 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.
- Winkelmann, 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.
- Winkelmann, 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.
- Winkelmann, 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.

VIII. Annexes

VIII.1. Fiches d'identification des cadavres retrouvés sur le parc éolien de Gatinais en 2022

Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	16/06/2022
Observateur :	Alban MAZARS-SIMON	Heure du relevé :	9h35
N° de l'éolienne :	E2	Espèce :	passereau sp.
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Non évaluée (NE)
Assolement et hauteur :	parking / herbe (-10cm)	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	39m	Cadavre n° :	1
Direction par rapport au mât :	178°S ? (168°)	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°7'57"N	Envergure :	
Longitude :	2°35'27"E	Sexe :	Indéterminé
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	12/06	Etat du cadavre :	Sec
Température moyenne :	22,35°C	Présence d'insectes :	non
Force du vent et direction :	5,02m/s	Cause présumée de la mort :	
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : prédaté, il ne reste que le bec et des plumes			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	16/06/2022
Observateur :	Alban MAZARS-SIMON	Heure du relevé :	9h45
N° de l'éolienne :	E2	Espèce :	Pipistrelle commune
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Préoccupation mineure (LC)
Assolement et hauteur :	parking / herbe (-10cm)	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	40m	Cadavre n° :	2
Direction par rapport au mât :	165°S ? (197°)	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°7'57"N	Envergure :	
Longitude :	2°35'26"E	Sexe :	Indéterminé
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	14/06	Etat du cadavre :	Frais
Température moyenne :	19,35°C	Présence d'insectes :	oui
Force du vent et direction :	4,67m/s	Cause présumée de la mort :	collision
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) :			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	16/06/2022
Observateur :	Alban MAZARS-SIMON	Heure du relevé :	10h05
N° de l'éolienne :	E3	Espèce :	Pipistrelle Indeterminé
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Non évaluée (NE)
Assolement et hauteur :	parking (0cm)	Fiche incident :	
Distance au pied du mât :	36m	Cadavre n° :	3
Direction par rapport au mât :	180°S (156°)	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°8'2"N	Envergure :	
Longitude :	2°35'13"E	Sexe :	Indéterminé
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	09/06/2022	Etat du cadavre :	Décomposé
Température moyenne :	18,05°C	Présence d'insectes :	oui
Force du vent et direction :	5,62 m/s	Cause présumée de la mort :	
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : prédaté, il ne reste que les vicere et des poils.			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	23/06/2022
Observateur :	Alban MAZARS-SIMON	Heure du relevé :	9h05
N° de l'éolienne :	E10	Espèce :	faucon crecerelle
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Quasi menacée (NT)
Assolement et hauteur :	Blé +60cm	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	34m	Cadavre n° :	4
Direction par rapport au mât :	148°SE ? (200°)	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°8'34"N	Envergure :	
Longitude :	2°32'42"E	Sexe :	Indéterminé
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	17/06/22	Etat du cadavre :	Décomposé
Température moyenne :	30,10°C	Présence d'insectes :	non
Force du vent et direction :	4,39 m/s	Cause présumée de la mort :	collision
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) :			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	30/06/2022
Observateur :	Alban MAZARS-SIMON	Heure du relevé :	15h55
N° de l'éolienne :	E10	Espèce :	faucon crecerelle
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Quasi menacée (NT)
Assolement et hauteur :	Blé fauché (0cm)	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	44m	Cadavre n° :	5
Direction par rapport au mât :	311°	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°8'36"N	Envergure :	
Longitude :	2°32'41"E	Sexe :	Indéterminé
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	20/06/22	Etat du cadavre :	Sec
Température moyenne :	21,94°C	Présence d'insectes :	non
Force du vent et direction :	5,69m/s	Cause présumée de la mort :	collision
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) :			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	05/07/2022
Observateur :	Alban MAZARS-SIMON	Heure du relevé :	19h40
N° de l'éolienne :	E3	Espèce :	Bruant Poyer
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Non évaluée (NE)
Assolement et hauteur :	blé +60cm et colza fauché	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	6m	Cadavre n° :	6
Direction par rapport au mât :	323°NW (250°)	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°8'3"N	Envergure :	
Longitude :	2°35'12"E	Sexe :	Indéterminé
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	01/07/22	Etat du cadavre :	Décomposé
Température moyenne :	18,99°C	Présence d'insectes :	oui
Force du vent et direction :	3,74m/s	Cause présumée de la mort :	collision
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) :			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	14/07/2022
Observateur :	Alban MAZARS-SIMON	Heure du relevé :	8h30
N° de l'éolienne :	E4	Espèce :	pipistrelle indeterminé
Eolienne à l'arrêt :	Oui	Statut de conservation :	Non évaluée (NE)
Assolement et hauteur :	blé fauché et maïs +60cm	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	61m	Cadavre n° :	7
Direction par rapport au mât :	159°S (157°)	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°8'6"N	Envergure :	
Longitude :	2°34'57"E	Sexe :	Indéterminé
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	07/07/22	Etat du cadavre :	Sec
Température moyenne :	21,33°C	Présence d'insectes :	non
Force du vent et direction :	5,96m/s	Cause présumée de la mort :	barotraumatisme
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) :			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	21/07/2022
Observateur :	Alban MAZARS-SIMON	Heure du relevé :	11h50
N° de l'éolienne :	E5	Espèce :	Martinet noir
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Préoccupation mineure (LC)
Assolement et hauteur :	Parking	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	34m	Cadavre n° :	8
Direction par rapport au mât :	261°	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°8'12"N	Envergure :	
Longitude :	2°34'36"E	Sexe :	Indéterminé
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	17/07/22	Etat du cadavre :	Avancé
Température moyenne :	28,03°C	Présence d'insectes :	oui
Force du vent et direction :	5,63m/s	Cause présumée de la mort :	collision
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) :			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	02/08/2022
Observateur :	Djaïlyss ARNOLD	Heure du relevé :	13h50
N° de l'éolienne :	E12	Espèce :	pigeon indéterminé
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Préoccupation mineure (LC)
Assolement et hauteur :	Labouré	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	35m	Cadavre n° :	9
Direction par rapport au mât :	35°NE (228°)	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°8'40"N	Envergure :	
Longitude :	2°31'51"E	Sexe :	Indéterminé
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	23/07/22	Etat du cadavre :	Sec
Température moyenne :	25,79°C	Présence d'insectes :	non
Force du vent et direction :	3,44m/s	Cause présumée de la mort :	collision
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : prédaté, ne reste plus que quelques plumes			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	10/08/2022
Observateur :	Djaïlyss ARNOLD	Heure du relevé :	14h40
N° de l'éolienne :	E10	Espèce :	Pipistrelle commune
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Quasi menacée (NT)
Assolement et hauteur :	Labouré	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	61m	Cadavre n° :	10
Direction par rapport au mât :	157°	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°8'33.2"N	Envergure :	
Longitude :	2°32'41.5"E	Sexe :	Mâle
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	05/08/22	Etat du cadavre :	Sec
Température moyenne :	23,88°C	Présence d'insectes :	oeufs
Force du vent et direction :	6,64m/s	Cause présumée de la mort :	barotraumatisme voir collision
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : fracture à l'aile, cadavre pas complètement décomposé mais desséché			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	25/08/2022
Observateur :	Djaïlyss ARNOLD	Heure du relevé :	13h40
N° de l'éolienne :	E12	Espèce :	Noctule commune
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Vulnérable (VU)
Assolement et hauteur :	Parking	Fiche incident :	Déclaration nécessaire
Distance au pied du mât :	24m	Cadavre n° :	11
Direction par rapport au mât :	22°	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°08'41.5"N	Envergure :	
Longitude :	2°31'52.7"E	Sexe :	Indéterminé
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	18/08/22	Etat du cadavre :	Sec
Température moyenne :	23,33°C	Présence d'insectes :	asticots
Force du vent et direction :	4,66m/s	Cause présumée de la mort :	barotraumatisme
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : pas de fracture visible, prédaté par insectes			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	14/09/2022
Observateur :	Djailyss ARNOLD	Heure du relevé :	16h05
N° de l'éolienne :	E7	Espèce :	Mésange charbonnière
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Préoccupation mineure (LC)
Assolement et hauteur :	Labouré	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	12m	Cadavre n° :	12
Direction par rapport au mât :	291°	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°08'21.6"N	Envergure :	
Longitude :	2°33'53.8"E	Sexe :	Indéterminé
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques		Âge :	Indéterminé
Date présumée :	13/09/22	Etat du cadavre :	Frais
Température moyenne :	25,34°C	Présence d'insectes :	non
Force du vent et direction :	4,91m/s	Cause présumée de la mort :	collision
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : prédaté, reste une partie d'une aile et le crâne			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	14/09/2022
Observateur :	Djailyss ARNOLD	Heure du relevé :	16h30
N° de l'éolienne :	E6	Espèce :	Faucon crécerelle
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Quasi menacée (NT)
Assolement et hauteur :	Parking	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	22m	Cadavre n° :	13
Direction par rapport au mât :	59°	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°08'17.4"N	Envergure :	65cm
Longitude :	2°34'17.5"E	Sexe :	Femelle
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques		Âge :	Adulte
Date présumée :	14/09/22	Etat du cadavre :	Frais
Température moyenne :	24,82°C	Présence d'insectes :	non
Force du vent et direction :	6,38m/s	Cause présumée de la mort :	collision
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : mort très récente, cadavre encore tiède			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres			
Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	21/09/2022
Observateur :	Djailyss ARNOLD	Heure du relevé :	12h15
N° de l'éolienne :	E3	Espèce :	Faucon crécerelle
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Quasi menacée (NT)
Assolement et hauteur :	Parking	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	33m	Cadavre n° :	14
Direction par rapport au mât :	176°	Identifiant de la photo :	
Latitude :	48°08'02.0"N	Envergure :	65cm
Longitude :	2°35'12.4"E	Sexe :	Femelle
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques		Âge :	Adulte
Date présumée :	19/09/22	Etat du cadavre :	Frais
Température moyenne :	15,96°C	Présence d'insectes :	oui
Force du vent et direction :	5,83m/s	Cause présumée de la mort :	collision
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : cadavre en bon état			



Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres

Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	21/09/2022
Observateur :	Djailyss ARNOLD	Heure du relevé :	17h
N° de l'éolienne :	E10	Espèce :	Faucon crécerelle
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Quasi menacée (NT)
Assolement et hauteur :	Parking	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	12m et 2m	Cadavre n° :	15
Direction par rapport au mât :	330° et 240°	Identifiant de la photo :	
Localisation partie avant :	48°08'35.4"N 2°32'42.3"E	Envergure :	
Localisation partie arrière :	48°08'35.0"N 2°32'42.5"E	Sexe :	Femelle
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	19/09/22	Etat du cadavre :	Frais
Température moyenne :	16,10°C	Présence d'insectes :	oui
Force du vent et direction :	5,87m/s	Cause présumée de la mort :	collision (coupé en 2)
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : cadavre retrouvé en deux morceaux			

**Formulaire de renseignements sur le suivi des cadavres**

Nom du site :	Gâtinais	Date du suivi :	21/09/2022
Observateur :	Djailyss ARNOLD	Heure du relevé :	17h
N° de l'éolienne :	E10	Espèce :	Faucon crécerelle
Eolienne à l'arrêt :	Non	Statut de conservation :	Quasi menacée (NT)
Assolement et hauteur :	Labouré	Fiche incident :	Déclaration non nécessaire
Distance au pied du mât :	11m et 19m	Cadavre n° :	16
Direction par rapport au mât :	200°, 133° et 120°	Identifiant de la photo :	
Localisation tête :	48°08'34.7"N 2°32'42.4"E	Envergure :	
Localisation partie arrière :	48°08'34.6"N 2°32'43.3"E	Sexe :	Femelle
Date présumée de la collision et ses conditions météorologiques			
Date présumée :	19/09/22	Etat du cadavre :	Frais
Température moyenne :	16,10°C	Présence d'insectes :	oui
Force du vent et direction :	5,87m/s	Cause présumée de la mort :	collision (coupé en 3)
Particularités du cadavre, note sur ses blessures, état du cadavre (prédaté ou non) : tête et partie arrière retrouvées, plus une partie d'aile (48°08'34.4"N 2°32'44.2"E)			



VIII.2. Fiche incidence de la Noctule commune retrouvée le 26/08/2022


 Parc éolien – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative - Août 2022

Fiche Incident : Déclaration de mortalité

Donnée brute et analyse d'une mortalité liée au fonctionnement
d'un parc éolien

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	26/08/2022
Rédacteur (Point contact administration)	Alban MAZARS-SIMON Chargée de projet – Sens Of Life 0680395846
Coordonnées de l'exploitant ICPE, titulaire des autorisations	Jean Chavanat Asset Manager Wind – Akuo Energy +33 (0) 7 77 68 62 39

2. Données brutes

Date de découverte de l'individu	25/08/2022
Nom et qualité de la personne ayant découvert l'individu	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> Promeneur / Riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'Etude <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Cadre de découverte de l'individu	<ul style="list-style-type: none"> L'individu a été découvert : <input type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental <input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Coordonnées du lieu de découverte (à minima commune / département) : Parc Eolien du Gâtinais Coordonnée GPS Cadavre : 48.144858 ; 2.531302 Numéro de l'éolienne : E12 Distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Nord Est Estimation de la date de la mort de l'individu : 18/08/2022 Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme, 0 cm


 Parc éolien – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative - Août 2022

Informations sur l'individu

- Type d'espèce identifiée :
 Avifaune
 Chiroptère
- Espèce présumée (nom commun, nom scientifique) : Noctule Commune, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774)
- Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1
- Catégorie Liste rouge :

Liste rouge nationale : VU : Vulnérable
Liste locale ou régionale : NT : Quasi menacée

Informations particulières relatives à l'individu n°1 Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus

- Âge (si possible) : Adulte
- Sexe (si possible) : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
- Etat de l'individu découvert :
 Vivant (blessé)
 Mort sans blessure visible
 Mort avec blessure visible
 Fragment(s) / Ossement(s)
- Etat du cadavre découvert :
 Frais
 Avancé
 Décomposé
 Sec
- Individu bagué : Oui Non Indéterminé

3. Analyse

Eolienne impliquée

- Eolienne équipée d'un système détection/effarouchement :
 Oui Non
Si oui, préciser le type de dispositif, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
- Eolienne faisant l'objet d'une mesure de régulation :
 Oui Non
Si oui, préciser la mesure en place, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Bridage sur seuil

Contexte de l'incident, lorsque celui-ci peut être déterminé

- Contexte :
 Travaux agricoles récents
 Vague de migration
 Couple cantonné connu à proximité
 Indéterminé
 Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
- Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du

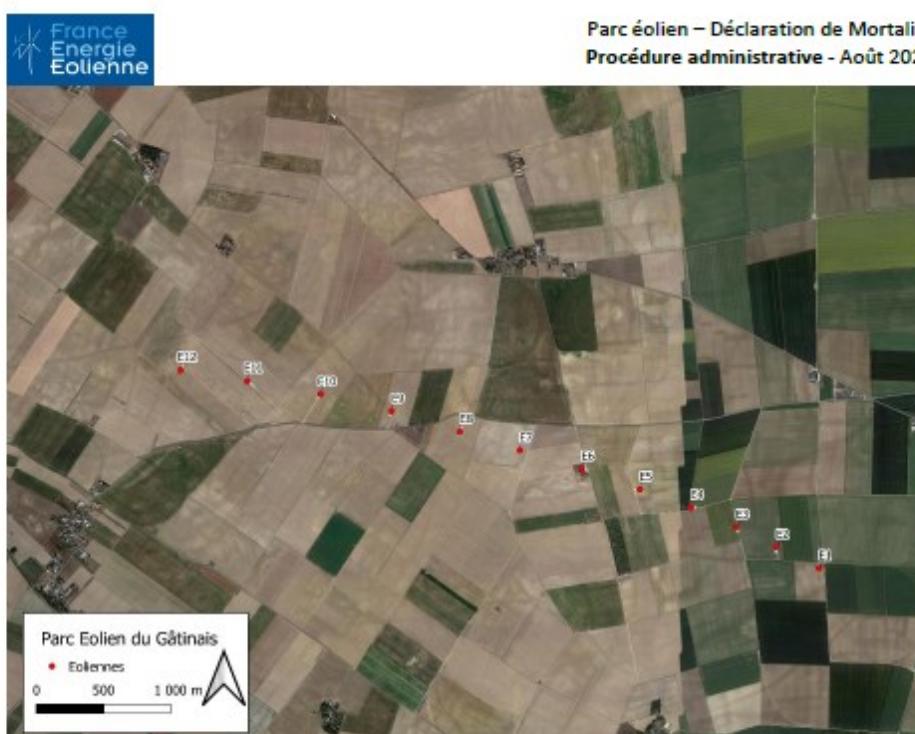
	Parc éolien – Déclaration de Mortalité Procédure administrative - Août 2022																		
Causes probables de l'incident	texte. <ul style="list-style-type: none"> • Hypothèse avancée : <input checked="" type="checkbox"/> Adulte en chasse <input type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage <input type="checkbox"/> Migrateur 																		
Référence 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%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Date</th> <th>Lieu</th> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Date	Lieu	Nombre															
Date	Lieu	Nombre																	

4. Autres commentaires

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

6. Éléments complémentaires transmis

- Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site
- Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, si disponibles
- Radiographie, si réalisée
- Rapport d'autopsie, si réalisée
- Analyse toxicologique, si réalisée
- Constat par un agent assermenté, si réalisé



VIII.3. Tableau 62 : Référentiel National d'activité chiroptérologique en altitude,
Sens Of Life

Espèce	Période	Nuits de contact				Toutes nuits			
		Q2	Q25	Q75	Q98	Q2	Q25	Q75	Q98
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Migration printanière	1,8347	2,1078	2,4163	2,7849	0,1638	0,3058	0,4914	0,7426
	Mise bas / élevage des jeunes	2,1290	2,3998	2,6885	3,0403	1,0646	1,3352	1,6149	1,9487
	Migration automnale	2,2170	2,5009	2,8176	3,1562	0,9064	1,1795	1,4853	1,8457
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Migration printanière	1,2013	1,3542	1,5508	1,7692	0,0218	0,0655	0,1420	0,2621
	Mise bas / élevage des jeunes	1,1999	1,3082	1,4345	1,5698	0,2616	0,3609	0,4782	0,6045
	Migration automnale	1,2341	1,3651	1,4853	1,6382	0,2293	0,3386	0,4587	0,6007
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Migration printanière	1,2996	1,5071	1,7364	2,0095	0	0,0328	0,0983	0,2075
	Mise bas / élevage des jeunes	1,1187	1,2179	1,3262	1,4435	0,1714	0,2526	0,3518	0,4601
	Migration automnale	1,1249	1,2450	1,3651	1,5071	0,1638	0,2512	0,3495	0,4696
<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	Migration printanière	1,5726	1,9112	2,3371	2,8613	0,0437	0,1201	0,2730	0,5354
	Mise bas / élevage des jeunes	1,4886	1,6510	1,8314	2,0299	0,4962	0,6496	0,8120	1,0014
	Migration automnale	1,5617	1,7364	1,9330	2,1514	0,4478	0,6116	0,7863	1,0047
<i>Nyctalus noctula</i>	Migration printanière	0,2566	0,2632	0,2763	0,2895	0	0,0066	0,0164	0,0263
	Mise bas / élevage des jeunes	0,2853	0,3016	0,3207	0,3424	0,0272	0,0435	0,0625	0,0815
	Migration automnale	0,2993	0,3224	0,3487	0,3816	0,0263	0,0461	0,0691	0,0987
<i>Nyctalus leisleri</i>	Migration printanière	0,3345	0,3549	0,3793	0,4038	0	0,0082	0,0163	0,0326
	Mise bas / élevage des jeunes	0,3370	0,3572	0,3820	0,4135	0,0168	0,0303	0,0505	0,0730
	Migration automnale	0,3563	0,3837	0,4162	0,4543	0,0204	0,0408	0,0639	0,0925
<i>Eptesicus serotinus</i>	Migration printanière	0,8314	0,9249	1,0650	1,2520	0,0093	0,0374	0,0841	0,1868
	Mise bas / élevage des jeunes	0,8566	0,9184	0,9878	1,0650	0,1158	0,1698	0,2392	0,3087
	Migration automnale	0,8782	0,9529	1,0370	1,1304	0,1028	0,1682	0,2336	0,3270
<i>Nyctalus sp.</i>	Migration printanière	0,5787	0,6621	0,7797	0,9463	0,0313	0,0647	0,1141	0,2115
	Mise bas / élevage des jeunes	0,6771	0,7550	0,8362	0,9238	0,2010	0,2736	0,3563	0,4526
	Migration automnale	0,6984	0,7879	0,8879	0,9997	0,1953	0,2734	0,3569	0,4569

Tableau 62 : Référentiel National d'activité chiroptérologique en altitude, Sens Of Life

VIII.4. Récapitulatif des données de mortalité des oiseaux, classées par espèce, en Europe (Dürr, 06/2022)

Espèces	Mortalité en Europe																				Total		
	A	BE	BG	CH	CR	CY	CZ	D	DK	E	EST	F	FR	GB	GR	LX	NL	N	PT	PL	RO	S	
<i>Acanthis flammea</i>								1														1	15
<i>Accipiter gentilis</i>								8	1	4		1					1						15
<i>Accipiter nisus</i>	1	4						41	1	18		14		1	1							81	
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>									1													1	1
<i>Acrocephalus palustris</i>									1													1	1
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>									1													1	1
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>									4	13												17	
<i>Aegolius funereus</i>								1														1	1
<i>Aegithalos caudatus</i>									1													1	1
<i>Aegypius monachus</i>									3		1		1									5	
<i>Alauda arvensis</i>	23							8	121	89		97	1	2		44	10					395	
<i>Alauda spec.</i>									7													7	
<i>Alcedo atthis</i>										1												1	
<i>Alectoris chukar</i>											2											2	
<i>Alectoris rufa</i>									115		13						19					147	
<i>Alopochen aegyptiacus</i>									2					2								4	
<i>Anas clypeata</i>									1					1	1							3	
<i>Anas crecca</i>	2								6					1	2							11	
<i>Anas penelope</i>	1								5													6	
<i>Anas platyrhynchos</i>	4	48	2					214	1	36		10		63	3	1	13					395	
<i>Anas spec.</i>									1	2		2		3			2					10	
<i>Anas strepera</i>									3					3								6	
<i>Anser albifrons</i>									5					1								6	
<i>Anser albifrons / fabalis</i>									4													4	
<i>Anser anser</i>	1	1						18		3				7	4							34	
<i>Anser anser f. domestica</i>	3																					3	
<i>Anser brachyrhynchus</i>									1													1	
<i>Anser fabalis</i>									7					1								8	
<i>Anseridae spec.</i>	1								8					1								10	
<i>Anthus campestris</i>									20		1					1						22	
<i>Anthus pratensis</i>	5							1	17		3		1	2	1	3						33	
<i>Anthus spec.</i>														1								1	
<i>Anthus spinolella</i>									7					1								8	
<i>Anthus trivialis</i>									6	2	4											12	
<i>Apus apus</i>	14	4	1		2	168	1	75		153	2	5		18		3						446	
<i>Apus pallidus</i>										12					1							13	
<i>Aquila chrysaetos</i>			1			1		8		1	1	1		2			12					27	
<i>Aquila heliaca</i>	4																					4	
<i>Ardea cinerea</i>	1	7				15		2		3				10	4							42	
<i>Arenaria interpres</i>	3																					3	
<i>Asio flammea</i>									4	1												5	
<i>Asio otus</i>	1					18		2		5												26	
<i>Athene noctua</i>									4													4	
<i>Aythya ferina</i>	3																					3	
<i>Aythya fuligula</i>	1					3								1								5	
<i>Aythya marila</i>														1								1	
<i>Aythya nyroca</i>											1											1	
<i>Botaurus stellaris</i>									2					2		1						5	
<i>Branta bernicla</i>														1								1	
<i>Branta canadensis</i>														1								1	
<i>Branta leucopsis</i>									8					1								9	
<i>Bubo bubo</i>		1			1	21		18		1												42	
<i>Bubulcus ibis</i>								96		1					4							101	

Espèces	Mortalité en Europe																				Total
	A	BE	BG	CH	CR	CY	CZ	D	DK</th												

Espèces	Mortalité en Europe																				Total	
	A	BE	BG	CH	CR	CY	CZ	D	DK	E	EST	F	FR	GB	GR	LX	NL	N	PT	PL	RO	S
<i>Dendrocopos major</i>								7				1						1				9
<i>Dendrocopos spec.</i>													1									1
<i>Egretta garzetta</i>								3		3												6
<i>Elanus caeruleus</i>											1											1
<i>Emberiza calandra</i>								39		252		20						20				331
<i>Emberiza cia</i>										14								1				15
<i>Emberiza cirlus</i>										6								2				8
<i>Emberiza citrinella</i>								1	33	6		10						2				52
<i>Emberiza hortulana</i>																		1				1
<i>Emberiza schoeniclus</i>								5	3		2										10	
<i>Emberiza spec.</i>										1	1										2	
<i>Eremophila alpestris</i>										1												1
<i>Erythacus rubecula</i>	1	1		1	37		79			35		2	1		3	1		4				165
<i>Falco columbarius</i>							2	1						1							4	
<i>Falco naumanni</i>								62		71											133	
<i>Falco peregrinus</i>	1	3					28	6		1	1		1								41	
<i>Falco peregrinus x rusticulus hybride</i>																		1			1	
<i>Falco subbuteo</i>							18	7		7			1								33	
<i>Falco tinnunculus</i>	28	7					148	273		160	2		14		39	2					673	
<i>Falco vespertinus</i>							1														1	
<i>Falconiformes spec.</i>							3	6		4		1									14	
<i>Ficedula hypoleuca</i>							1	11	37		31		1			8					89	
<i>Fringilla spec.</i>									1												1	
<i>Fringilla coelebs</i>								17	1	24		11		2				1			56	
<i>Fulica atra</i>	10						10	1					11			1					33	
<i>Fulmarus glacialis</i>											1		1								3	
<i>Galerida cristata</i>								105		1		2			1						109	
<i>Galerida theklae</i>								182							5						187	
<i>Gallinago gallinago</i>							2	1	1		1	1		1	11	1					19	
<i>Gallinula chloropus</i>							2	8		1			5								16	
<i>Garrulus glandarius</i>							9	8		2											19	
<i>Gavia stellata</i>							1														1	
<i>Geronticus eremita</i>									1												1	
<i>Glareola pratincola</i>									1												1	
<i>Grus grus</i>	1						29	2								1					33	
<i>Gypaetus barbatus</i>												1									1	
<i>Gyps africanus</i>									1												1	
<i>Gyps fulvus</i>		1					1	1892		43	4				12						1953	
<i>Gyps rueppellii</i>									1												1	
<i>Haematopus ostralegus</i>	5						4						16	3							28	
<i>Haliaeetus albicilla</i>	13						241	1		1	7			3	85		11	58			420	
<i>Hieraetus fasciatus</i>							1			1											2	
<i>Hieraetus pennatus</i>								44		1		1									46	
<i>Hippolais polyglotta</i>							1	10		1											12	
<i>Hirundapus caudatus</i>											1										1	
<i>Hirundidae spec.</i>							1			3											4	
<i>Hirundo daurica</i>									1												1	
<i>Hirundo rustica</i>							29	13		3			2		1		1				49	
<i>Ichthyaetus audouinii</i>									1												1	
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	2										4										6	
<i>Ixobrychus minutus</i>										1											1	
<i>Jynx torquilla</i>								1	1		1				1						4	
<i>Lagopus lagopus</i>											3			194			1				198	
<i>Lanius collurio</i>	1						27	1		3		2				1					35	
<i>Lanius excubitor</i>							2	2		1											5	
<i>Lanius meridionalis</i>										4											4	
<i>Lanius senator</i>									20		1										21	
<i>Larus argentatus</i>	799						125	9	1	7	52		131			2					1126	
<i>Larus cachinnans</i>	1		1				2		45												49	
<i>Larus canus</i>	2	6					59	2					18			2					89	

Espèces	Mortalité en Europe																				Total
A	BE	BG</																			

Espèces	Mortalité en Europe																							
	A	BE	BG	CH	CR	CY	CZ	D	DK	E	EST	F	FR	GB	GR	LX	NL	N	PT	PL	RO	S	Total	
<i>Phylloscopus spec.</i>										5													5	
<i>Phylloscopus trochilus</i>	1							8		14													1	24
<i>Pica pica</i>	6	2						5		33														46
<i>Picus viridis</i>								4		2														7
<i>Platalea leucorodia</i>										1														1
<i>Plautus alle</i>																								1
<i>Plectrophenax nivalis</i>							1																	2
<i>Pluvialis apricaria</i>								25	1	3		3					5	7					1	45
<i>Pluvialis squatarola</i>																		1						1
<i>Podiceps cristatus</i>									1															3
<i>Poecile montanus</i>																		1						1
<i>Porzana porzana</i>										1														1
<i>Prunella modularis</i>												1												1
<i>Psittacus krameri</i>										1														1
<i>Pterocles alchata</i>										4														4
<i>Pterocles orientalis</i>										2														2
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>										7														7
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>										2		1												3
<i>Rallus aquaticus</i>								3	2		2						2							9
<i>Recurvirostra avosetta</i>											2					3								5
<i>Regulus ignicapilla</i>	1	2	8		3	45		45		196								2						302
<i>Regulus regulus</i>	14	1	3			122		5		27				3			6							181
<i>Regulus spec.</i>	2		2			12				31				3									48	98
<i>Riparia riparia</i>							6	3					1		1									11
<i>Rissa tridactyla</i>		3							5			1			1	1								11
<i>Saxicola rubetra</i>	1						3	1																5
<i>Saxicola torquata</i>								14		1							2							17
<i>Scolopax rusticola</i>	1	1				10		2				1											1	17
<i>Serinus serinus</i>									20															20
<i>Sitta europaea</i>							3			1														4
<i>Somateria mollissima</i>							1				15			1									1	18
<i>Spinus spinus</i>																	1							1
<i>Sterna albifrons</i>		15																						15
<i>Sterna hirundo</i>		162						1								5								168
<i>Sterna spec.</i>										3														3
<i>Streptopelia decaoctao</i>	4						3	2		5														14
<i>Streptopelia turtur</i>	1							33		5							1							40
<i>Strigiformes spec.</i>								2																2
<i>Strix aluco</i>						6		3																9
<i>Sturnus unicolor</i>								96																96
<i>Sturnus vulgaris</i>	9	27			2	93		8		53					26	1		3						222
<i>Sula bassana</i>											1													1
<i>Sylvia atricapilla</i>	1						9		184		6		2											202
<i>Sylvia borin</i>									11		2													13
<i>Sylvia cantillans</i>									43															43
<i>Sylvia conspicillata</i>								5																5
<i>Sylvia curruca</i>						2																		2
<i>Sylvia hortensis</i>								4																4
<i>Sylvia melanocephala</i>								10						1										11
<i>Sylvia spec.</i>										1														1
<i>Sylvia undata</i>							11										7							18
<i>Sylvias communis</i>							1	1		2														4
<i>Tachymarptis melba</i>							2		23		2													27
<i>Tadorna tadorna</i>	2						2			1						7								12
<i>Tetrao urogallus</i>							1	1																12
<i>Tetraz tetraz</i>								1																1
<i>Thalasseus sandvicensis</i>		25															1							26
<i>Tringa totanus</i>	3																1	1						6
<i>Troglodytes troglodytes</i>							4	1		5		1												11
<i>Turdus iliacus</i>		7					4	1	11								2							25
<i>Turdus merula</i>	2	1					18		44		13		6		1		1		4				90	

Espèces	Mortalité en Europe																						
	A	BE	BG	CH	CR	CY	CZ	D	DK	E	EST	F	FR	GB	GR	LX	NL	N	PT	PL	RO	S	Total
<i>Turdus philomelos</i>		12		1				27		129			28		2		3					1	203
<i>Turdus pilaris</i>	1			1				18		5			1				2	1					29
<i>Turdus spec.</i>		1							1	2			1		1		1						7
<i>Turdus torquatus</i>								1		1													2
<i>Turdus viscivorus</i>				1				10		27					1								39
<i>Tyto alba</i>								15		6			5				3					1	30
<i>Upupa epops</i>										7					1								9
<i>Uria aalge</i>								1									1						2
<i>Vanellus vanellus</i>		3						19					3				3						28
TOTAL	377	1792	6	23	1	1	24	4799	49	5558	1	7	1876	180	100	3	706	346	442	83	2	181	16557

Tableau 63 : Récapitulatif des données de mortalité des oiseaux, classées par espèce, en Europe (Dürr, 06/2022).

A = Autriche ; BE = Belgique ; BG = Bulgarie ; CH = Suisse ; CR = Croatie ; CZ = République tchèque ; D = Allemagne ; DK = Danemark ; E = Espagne ; EST = Estonie ; F = Finlande ; FR = France ; GB = Grande-Bretagne ; GR = Grèce ; LX = Luxembourg ; NL = Pays-Bas ; N = Norvège ; P = Portugal, PL = Pologne ; RO = Roumanie ; S = Suède.

VIII.5. Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 06/2022)

Espèce	Mortalité en Europe																						
	A	BE	CH	CR	CZ	D	DK	ES	EST	FI	FR	GR	IT	LV	NL	N	PT	PL	RO	S	UK	Total	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	28	6	5	16	780		211			1124	0	1		15		323	5	6	1	46	2569	
<i>P. nathusii</i>	13	6	6	17	7	1127	2				303	35	1	23	10			16	90	5	1	1662	
<i>Nyctalus noctula</i>	46	1			31	1260		1			147	10					2	17	76	14	11	1616	
<i>Chiroptera spec.</i>	1	11		60	1	78		320	1		447	8	1					120	3	15	30	9	1105
<i>Pipistrellus spec.</i>	8	2		102	9	103		25			316	1		2				128	2	48		12	758
<i>N. leisleri</i>			1	4	3	196		15			186	58	2					273	5	10			753
<i>P. kuhlii</i>				144				44			221	1						51		10			471
<i>P. pygmaeus</i>	4			1	2	153					176	0		1				42	1	5	18	52	455
<i>P. pipistrellus / pygmaeus</i>	1		2			3		271			40	54						38	1	2			412
<i>Hypsugo savii</i>	1			137		1		50			57	28	12					56		2			344
<i>Vespertilio murinus</i>	2	1		17	6	152					11	1		1					9	15	2		217
<i>Eptesicus serotinus</i>	1				11	71		2			38	1			2				3	1			130
<i>E. isabellinus</i>								117										3					120
<i>E. serotinus / isabellinus</i>								98										17					115
<i>Tadarida teniotis</i>						7					36		2					39					84
<i>E. nilssonii</i>	1					1	6			2	6				13	1		1	1	13			45
<i>N. lasiopterus</i>								21			10	1						9					41
<i>Nyctalus spec.</i>						2		2			3							17					24
<i>Miniopterus schreibersi</i>								2			7							4					13
<i>M. daubentonii</i>							8				1							2					11
<i>Myotis spec.</i>						2		3			1							4					10
<i>Plecotus austriacus</i>	1					8																	9
<i>P. auritus</i>						7												1					8
<i>Myotis myotis</i>						2		2			3												7
<i>M. blythii</i>								6			1												7
<i>M. mystacinus</i>						3					2	1											6
<i>Barbastella barbastellus</i>						1		1			4												6
<i>M. emarginatus</i>								1			3							1					5
<i>M. nattereri</i>						2					1								1				4
<i>M. dasycneme</i>						3																	3
<i>M. bechsteinii</i>											2												2
<i>M. brandtii</i>						2																	2
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>								1															1
<i>R. mehelyi</i>								1															1
<i>Rhinolophus spec.</i>								1															1
TOTAL	81	49	15	494	87	3970	2	1231	3	6	3106	199	17	40	27	1	1125	63	285	83	133	11017	

Tableau 64 : Récapitulatif des données de mortalité des chiroptères, classées par espèce, en Europe (Dürr, 2022).

A = Autriche ; BE = Belgique ; CH = Suisse ; CR = Croatie ; CZ = République tchèque ; D = Allemagne ; DK = Danemark ; E = Espagne ; EST = Estonie ; F = Finlande ; FR = France ; GR = Grèce ; IT = Italie ; LV = Lettonie ; NL = Pays-Bas ; N = Norvège ; PT = Portugal, PL = Pologne ; RO = Roumanie ; S = Suède ; UK = Royaume-Uni.

VIII.6. Données avifaunistiques récoltées sur le parc éolien de Gatinais en 2022

Voici le tableau de toutes les données avifaunistiques récoltées sur le parc éolien du Gâtinais entre juin 2022 et février 2023 avec un code couleur selon le ou les observateurs.

Seules les espèces recensées en interruptuelles (ni nicheur et ni migrateur) n'ont pas de nombre de contacts.

Parc éolien du Gâtinais - 41 espèces au total					
Espèces		Statut	Nombre de contact Nicheur	Nombre de contact Migration prénuptiale	Nombre de contact Migration postnuptiale
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	N/M/I	58	70	60
Balbuzard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>	M			1
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	N	1		44
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	N/M	39		
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	N	10		
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	I			
Busard sp.	<i>Circus sp</i>	N	1		
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	N/I	14		
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	N	7		
Chevêche d'Athena	<i>Athene noctua</i>	N	6 (SN)		
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	N/I	68		
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	N/M/I	55		6
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	N	3 (SN)		
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	I			
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	N/M/I	236	193	
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	I			
Faucon crécerelle	<i>Falco tinunculus</i>	N/I	7		
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	I			
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	N	96		
Goéland sp		M			47
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	M			29
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	N/M	1		3
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	N	23		
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	N	7		
Hirondelle sp		M			7
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	N/M	6	1	
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	I			
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	N	1		
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	N	36		
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	N/M	1	30	
Oedicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	N	1		
Passereau sp		M		65	
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	N	12		
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	I			
Petit-duc scops	<i>Otus scops</i>	N	1 (SN)		
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	N	3		
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	N	3		
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	N/M/I	51	859	500
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	M		36	

Parc éolien du Gâtinais - 41 espèces au total				
Espèces		Statut	Nombre de contact Nicheur	Nombre de contact Migration prénuptiale
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	M		780
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	N	1	
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	N	13	
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	N/M	12	77

Tableau 65 : Données avifaunistiques récoltées sur le parc éolien du Gâtinais en 2022 et 2023.

Code couleur :

Djaïlyss ARNOLD
Yann MICHENAUD
Alban MAZARD-SIMON
D.ARNOLD + Y.MICHENAUD
D.ARNOLD + A.MAZARD-SIMON

VIII.7. 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...), 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.

VIII.7.1. 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-Priego 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 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)	0 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 et al. 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 66 : 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 15 017 oiseaux de plus de 250 espèces différentes, dont 5 545 cas de mortalité en Espagne, 4 196 cas en Allemagne, 1 791 cas en Belgique et 1 391 cas en France (Dürr, 2022).

Les espèces les plus touchées en Europe (Dürr, 2022) sont :

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

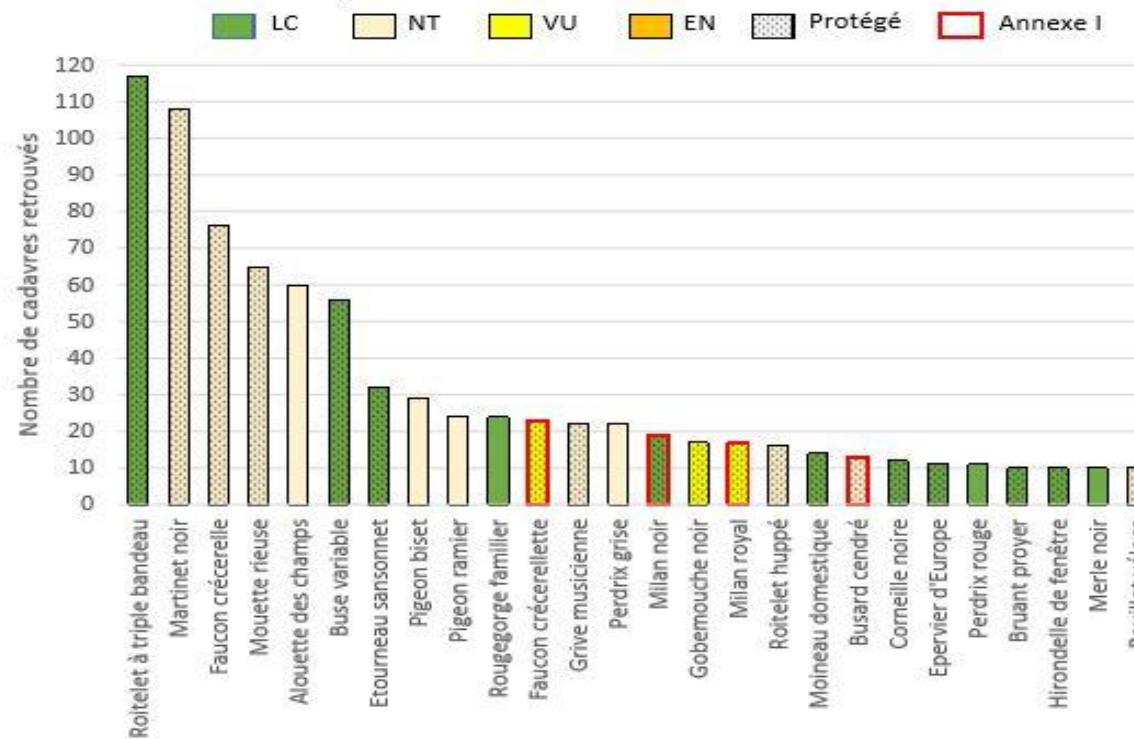
Même si le nombre de cadavres augmente à chaque actualisation de la synthèse des données de mortalité en Europe réalisée par Tobias Dürr, l'ordre du classement reste sensiblement le même depuis 2015, confirmant la sensibilité de ces espèces à l'impact éolien.

En France, les oiseaux les plus impactés par les éoliennes sont les Passéiformes, avec 49,3% des cadavres totaux (Marx, 2017). Les espèces les plus sensibles sont les suivantes (Dürr, 2022 ; Marx, 2017) :

- Le Roitelet triple-bandeau (en migration postnuptiale essentiellement),
- Le Martinet noir (envol des jeunes et migration),
- Le Faucon crécerelle (espèce la plus touchée au niveau de la population nationale),
- L'Alouette des champs,

- La Buse variable (en migration postnuptiale essentiellement),
- La Mouette rieuse,
- L'Étourneau sansonnet...

Principales espèces retrouvées sous les éoliennes, statuts de protection et de conservation



Graphique 41 : Principales espèces retrouvées sous les éoliennes en France (Marx, 2016).

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 lorsqu'ils 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.

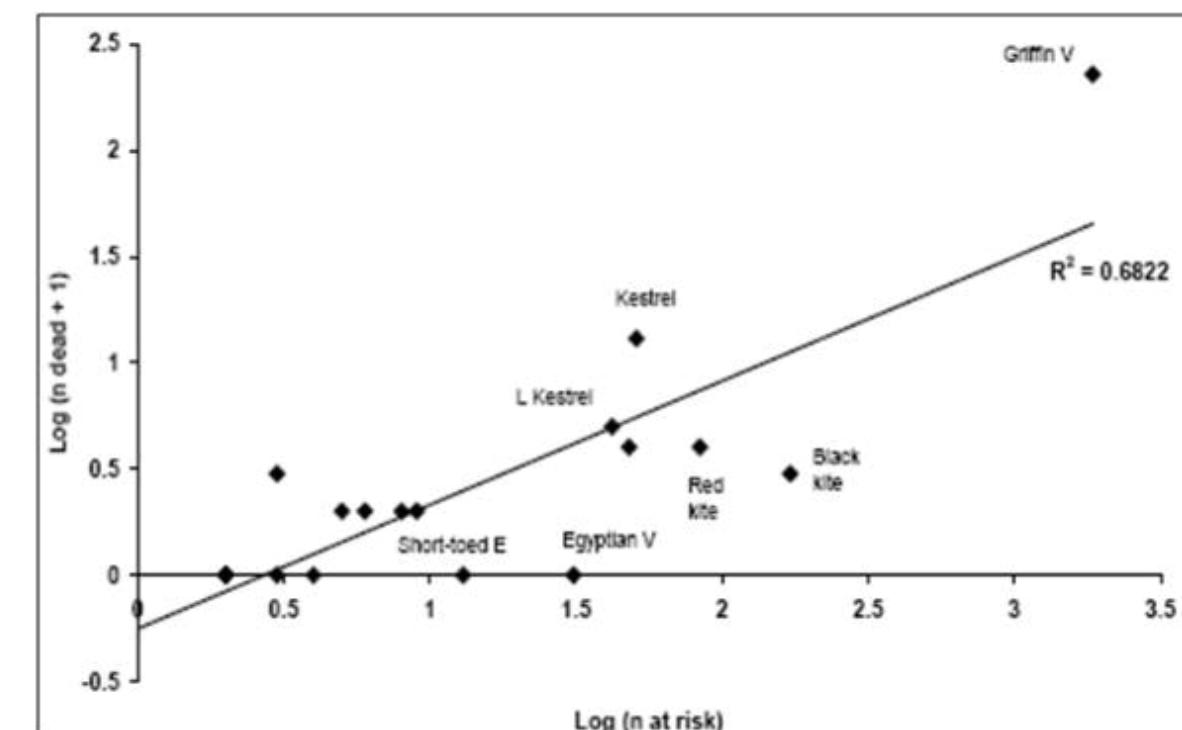
Les rapaces et les migrants nocturnes sont généralement considérés comme les plus exposés au risque de collision avec les éoliennes (Curry & Kerlinger, 1998 ; Hill *et al.*, 2014). Les collisions peuvent être plus fréquentes la nuit, les migrants étant attirés par les lumières des éoliennes, ou par mauvais 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).

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.**

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.



Graphique 42 : 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).

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, 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).

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).

VIII.7.2. 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).



Figure 37 : Eolienne avec une pale peinte en noir.

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 38 : Aigle royal (CCO domaine public).

Le suivi par GPS d'un couple d'aigle royal a permis d'étudier leur comportement suite à l'implantation de plusieurs parcs éoliens sur leur domaine et a permis de conclure que : bien qu'il soit difficile de généraliser à partir du suivi d'un seul couple, cet exemple montre que l'installation de trois parcs éoliens sur un territoire d'aigle a un impact significatif sur l'organisation de ses déplacements et sur le choix de ses zones de chasses. Globalement, la construction de parcs éoliens génère une perte d'habitats pour les aigles et perturbe leurs déplacements d'une zone à l'autre (Itty & Duriez, 2017). Il serait intéressant d'étudier si la mise en place de mesures de compensation comme les placettes d'alimentation ou les garennes à lapin à l'extérieur des zones d'implantation des parcs n'ont pas également eu un impact sur la modification de l'aire vitale de l'Aigle royal. Une étude similaire avait été menée par la LPO Aude de 1998 à 2007 et avait également abouti aux mêmes conclusions 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).

VIII.7.3. 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 (Larsen & Madsen, 2000 ; Loesch *et al.*, 2013), un peu moins chez les échassiers et les grives, dont certaines migrent la nuit, et les corvidés (Dooling & Lohr, 2000 ; Winkelman, 1985).

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, 2022 ; 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).

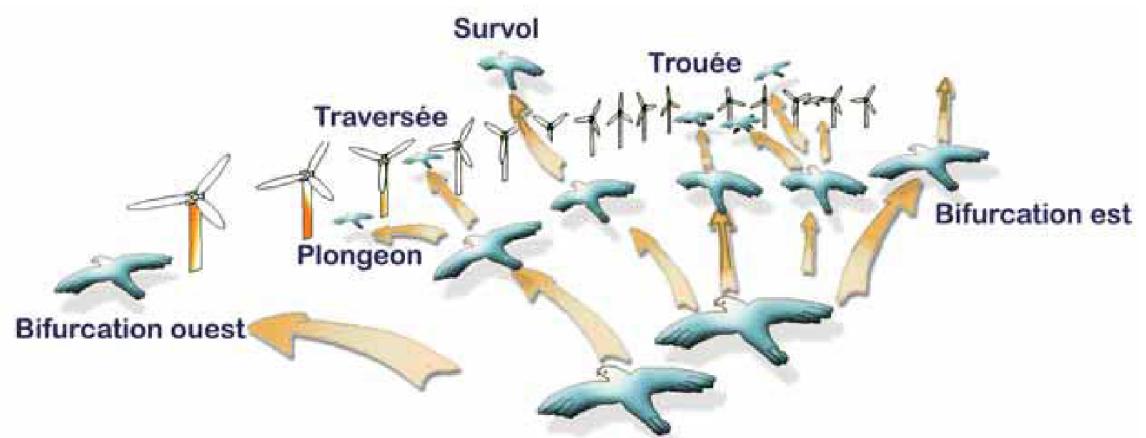


Figure 39 : Stratégie de franchissement d'un parc éolien sur le littoral audois (source : LPO Aude, 2001).

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).

VIII.8. Sensibilité des chiroptères à l'éolien

VIII.8.1. 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 à la 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.

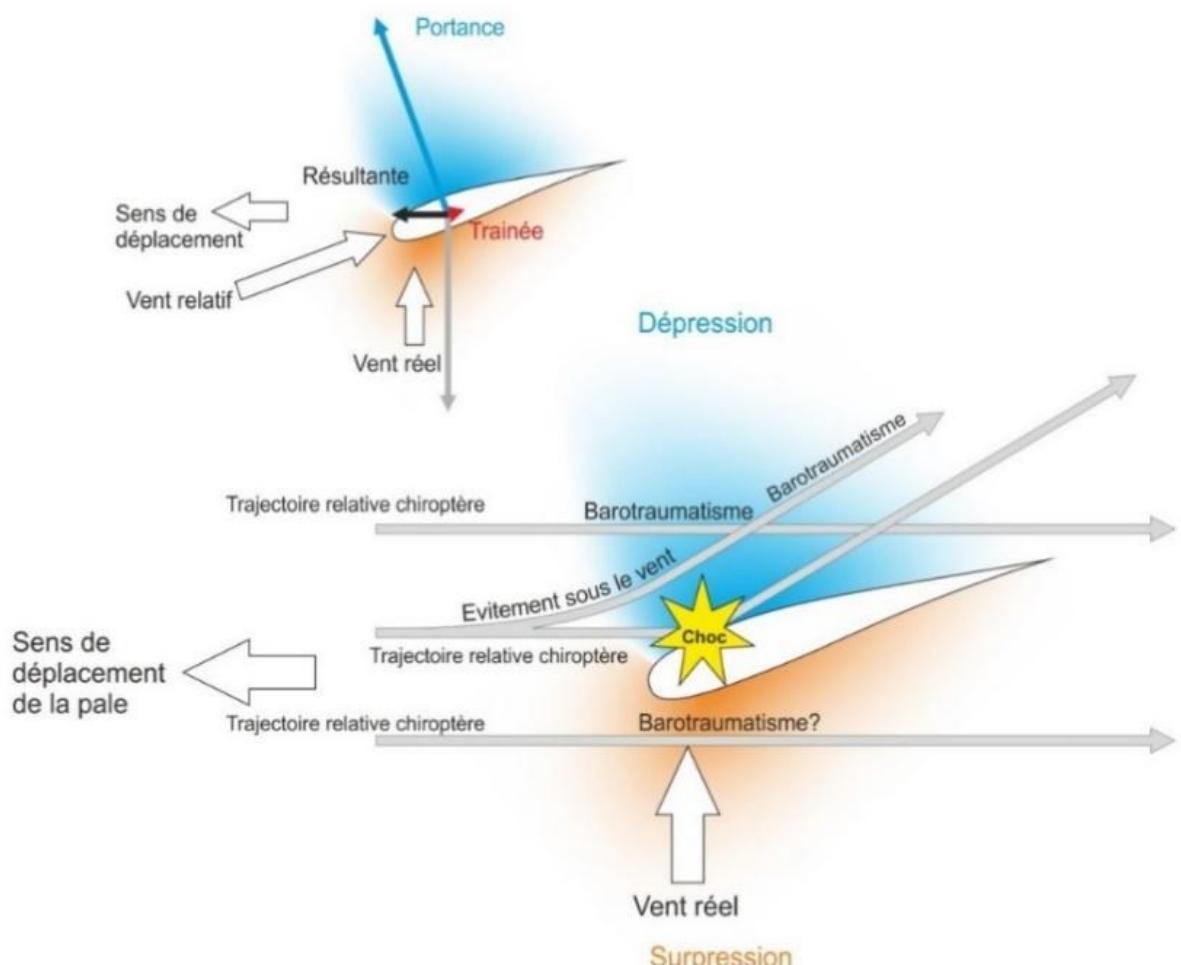


Figure 40 : Description du phénomène de barotraumatisme.

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).

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 (*Epistecus-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, elles n'hésiteraient 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 (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 (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 m.s⁻¹ et avec hautes températures (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), mais diminuent également la possibilité de déplacement entre chaque éolienne.

Le phénomène de barotraumatisme (Figure 40) 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

VIII.8.2. 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). En Europe, le Tableau 64 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.

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

Tableau 67 : Vulnérabilité à l'éolien par espèce (Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016).

VIII.8.3. Mortalité indirecte

La mortalité directe n'est pas le seul facteur affectant les chauves-souris, celles-ci peuvent également être victimes 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 rejoue 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).