

NEOEN

Parc éolien de Chassepain, communes de Saint-Chartier et de Saint-Août (36)

NEOEN
décembre 2020

**Suivi environnemental
post-implantation (2^{ème}
année – 2020)**



biotopé

Citation recommandée	Biotope, 2019, Parc éolien de Chassepain, communes de Saint-Chartier et de Saint-Août (36), Suivi environnemental post-implantation (2ème année – 2020). NEOEN. 140 p.	
Version/Indice	V2	
Date	décembre 2020	
Nom de fichier	Chassepain_NEOEN_Mortalité_2020_Biotope_V2	
Référence dossier		
Maître d'ouvrage	NEON	
Interlocuteurs	Arthur MIKOL	Contact : arthur.mikol@neoen.com Tél : 07 64 39 06 12
Biotope, Rédaction de l'étude	Julien TRANCHARD	Contact : jtranchard@biotope.fr Tél : 06 35 46 29 01
Biotope, Contrôleur qualité	Ludivine DOYEN	Contact : ldoyen@biotope.fr Tél : 06 78 87 24 85

Avant-propos

Le parc éolien de Chassepain a été mis en service en juillet 2018.

Au regard des engagements pris par le porteur de projet au stade développement (étude d'impact), notamment les mesures de suivi faisant suite à l'avis de la DREAL (version modifiée) et, en second lieu, au regard des préconisations issues du protocole national de suivi des parcs éoliens (validé en novembre 2015), la société NEOEN a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien.

Le présent document présente les résultats des suivis réalisés durant la période 2019 et 2020 par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ce suivi est d'estimer les taux de mortalité des chauves-souris et des oiseaux, liés à l'exploitation du parc éolien de Chassepain.

Au regard des éléments fournis (volet faune de l'étude d'impact) et des échanges réalisés pour la réalisation de l'offre commerciale, un protocole adapté, issu du document validé par le Ministère « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens », a été réalisé comme souhaité par NEOEN.

À noter que la révision du document « protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » est paru en mars 2018 fixant les modalités à suivre notamment pour la réalisation d'un suivi mortalité. Ainsi, le protocole et ce rapport tiennent compte des évolutions du protocole national.

Sommaire

1	Contexte de l'étude et aspects méthodologiques	12
1	Contexte – présentation du parc et données historiques	13
1.1	Présentation du parc	13
1.2	Rappel des enjeux de l'étude d'impact	19
2	Méthodologie appliquée	27
2.1	Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	27
2.2	Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées	30
2.3	Conditions de réalisation du suivi de mortalité	38
2.4	Équipe de travail	54
2	Synthèse et analyse des résultats	55
1	Étude de l'activité de l'avifaune	56
1.1	Contexte migratoire de la Grue cendrée	56
1.2	Sensibilité de la Grue cendrée aux parcs éoliens	57
1.3	Résultats du suivi en 2019	58
1.4	Synthèse et analyse de l'expertise « grue » en période migratoire sur l'année 2019	61
1.5	Résultats du suivi en 2020	64
1.6	Synthèse et analyse de l'expertise « grue » en période migratoire sur l'année 2020	68
2	Résultats du suivi de mortalité	71
2.1	Résultats bruts	71
2.2	Analyse des résultats	94
2.3	Synthèse du suivi de mortalité	115
3	Facteurs d'impact et mesures correctives	118
3.1	Analyse croisée avec l'étude d'impact	118
3.2	Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères	122
4	Mesures correctives	130
4.1	Expertises	130
3	Bibliographie	131
	Annexes	134

Liste des tableaux

Tableau 1 : Prospections de terrain et informations météorologiques en 2019	38
---	----

Tableau 2 : Prospections de terrain et informations météorologiques en 2020	40
Tableau 3 : Bilan de l'occupation du sol pour les neuf éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi en 2019	42
Tableau 4 : Bilan de l'occupation du sol pour les neuf éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi en 2020.	45
Tableau 5 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi en 2019 (poses cumulées des 2 tests).	52
Tableau 6 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi en 2020 (poses cumulées des 2 tests).	53
Tableau 7 : Équipe de travail	54
Tableau 8 : Synthèse des observations réalisées au niveau du parc éolien de Chassepain lors de la migration des Grues cendrées en période de migration pré-nuptiale 2019	58
Tableau 9 : Synthèse des observations réalisées au niveau du parc éolien de Chassepain lors de la migration des Grues cendrées en période de migration post-nuptiale 2019	59
Tableau 10 : Synthèse des observations réalisées au niveau du parc éolien de Chassepain lors de la migration des Grues cendrées en période de migration pré-nuptiale 2020	64
Tableau 11 : Synthèse des observations réalisées au niveau du parc éolien de Chassepain lors de la migration des Grues cendrées en période de migration post-nuptiale 2020	65
Tableau 12 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 2 septembre 2019) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	83
Tableau 13 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Chassepain	84
Tableau 14 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 25 septembre 2020) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	86
Tableau 15 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Chassepain	86
Tableau 16 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 2 septembre 2019) des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	89
Tableau 17 : Statuts réglementaires et de conservation de l'espèce de chauve-souris touchée par le parc de Chassepain	90
Tableau 18 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 25 septembre 2020) des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	92
Tableau 19 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauve-souris touchées par le parc de Chassepain	93

Tableau 20 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 24 passages en 2019	94
Tableau 21 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 20 passages	95
Tableau 22 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leurs intervalles de confiance à 95%. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.	96
Tableau 23 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance pour chacune des neuf éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.	97
Tableau 24 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi.	99
Tableau 25 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées à dire d'expert sont indiquées en gras.	101
Tableau 26 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation	103
Tableau 27 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation	104
Tableau 28 : Estimation de la mortalité la plus probable de chiroptères au sein du parc de Chassepain sur la période du suivi	105
Tableau 29 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Chassepain sur la période du suivi	107
Tableau 30 : Estimation de la mortalité la plus probable des oiseaux au sein du parc de Chassepain sur la période du suivi	110
Tableau 31 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Chassepain sur la période du suivi	112
Tableau 32 Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité	118
Tableau 33 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces	129
Tableau 34 : Résultats du suivi de mortalité	135
Tableau 35 : Résultats du suivi mortalité	137

Liste des illustrations

Figure 1 : Eolienne 1 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)	13
Figure 2 : Eolienne 2 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)	13
Figure 3 : Eolienne 3 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)	14

Figure 4 : Eolienne 5 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)	14
Figure 5 : Eolienne 6 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)	14
Figure 6 : Eolienne 7 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)	15
Figure 7 : Eolienne 8 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)	15
Figure 8 : Eolienne 9 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)	15
Figure 9 : Eolienne 10 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)	16
Figure 10 : Répartition des oiseaux de valeur patrimoniale remarquable observés en période migratoire (source : Indre Nature)	20
Figure 11 : Répartition des observations de Grue cendrée en passage migratoire (source : Indre Nature)	21
Figure 12 : Répartition d'oiseaux remarquables observés en période de reproduction (source : Indre Nature)	22
Figure 13 : Répartition des observations de chiroptères (source : Indre Nature)	24
Figure 14 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018	28
Figure 15 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018)	29
Figure 16 : Evolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi en 2019	43
Figure 17 : Occupation du sol représentative du parc éolien de Chassepain en 2019.	44
Figure 18 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	46
Figure 19 : Occupation du sol représentative du parc éolien de Chassepain en 2020.	47
Figure 20 : Évolution du pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol entre 2019 et 2020	48
Figure 21 : Évolution du pourcentage de surface prospectée par passage en 2019.	49
Figure 22 : Synthèse (boite à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi en 2019 (de bas en haut : minimum, 1er quartile, médiane en gras, 3ème quartile, maximum).	49
Figure 23 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi en 2020.	50
Figure 24 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	51
Figure 25 : Hauteur de vol des Grues cendrées en migration en 2019 sur ou aux abords du parc éolien de Chassepain	60
Figure 26 : Hauteur de vol des Grues cendrées en migration en 2020 sur ou aux abords du parc éolien de Chassepain	67

Figure 27 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observé sur le parc éolien de Chassepain en 2019	71
Figure 28 : Extrait des photographies des cadavres découverts en 2019.	72
Figure 29 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Chassepain en 2019.	73
Figure 30 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Chassepain en 2020	74
Figure 31 : Présentation de quelques photographies des cadavres découverts en 2020.	74
Figure 32 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Chassepain en 2020	75
Figure 33 : Evolution de la mortalité brute au cours des 2 années de suivi (2019 et 2020) sur le parc éolien de Chassepain.	76
Figure 34 : Nombre de cadavre découvert par éolienne en 2019	76
Figure 35 : Nombre de cadavres découverts par éolienne en 2020	77
Figure 36 : Nombre de cadavres découverts par éolienne en 2019 et 2020	78
Figure 37 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Chassepain en 2019.	78
Figure 38 : En haut : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation	79
Figure 39 : Répartition des individus trouvés en fonction de l'occupation du sol en 2019	80
Figure 40 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Chassepain en 2020.	81
Figure 41 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes en 2020.	81
Figure 42 : Evolution de la répartition spatiale des observations au cours des 2 années de suivi	82
Figure 43 : Evolution de la mortalité de l'avifaune selon les années sur le parc éolien de Chassepain	87
Figure 44 : Evolution de la mortalité des chiroptères selon les années sur le parc éolien de Chassepain	94
Figure 45 : Durées de persistance moyennes des cadavres et incertitudes (intervalles de confiance à 95%)	96
Figure 46 : Durées de persistance moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation	97
Figure 47 : Evolution de la durée de persistance moyenne par éolienne obtenue sur l'ensemble des suivis de mortalité réalisés entre 2019 et 2020	98
Figure 48 : Evolution de la moyenne du facteur multiplicateur de la formule de Huso (2010) pour les 9 éoliennes lors des suivis 2019 et 2020	105

Figure 49 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères sur le parc éolien de Chassepain au cours du suivi de mai à octobre 2019	106
Figure 50 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Chassepain au cours du suivi de 2020 sur 133 jours	108
Figure 51 : Bilan de la mortalité probable (et intervalle de confiance à 95%) pour les suivis 2019 à 2020 pour le parc éolien de Chassepain pour les chiroptères	109
Figure 52 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Chassepain au cours du suivi de mai à octobre 2019	111
Figure 53 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Chassepain au cours du suivi de 2020 sur 133 jours	113
Figure 54 : Bilan de la mortalité probable (et intervalle de confiance à 95%) pour les suivis 2019 à 2020 pour le parc éolien de Chassepain pour l'avifaune	114
Figure 55 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Chassepain	122
Figure 56 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de l'éolienne E02.	122
Figure 57 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de l'éolienne E06.	123
Figure 58 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien Chassepain.	123
Figure 59 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E02 (n = 1 020 contacts de 5 sec. et 488 min. pos.)	124
Figure 60 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E8 (n = 2 465 contacts de 5 sec. et 1 122 min. pos.)	124
Figure 61 : Eolienne E02 - Actogramme de la Pipistrelle commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)	125
Figure 62 : Eolienne E06 - Actogramme de la Pipistrelle commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)	126
Figure 63 : Eolienne E02 - Actogramme du groupe de Pipistrelle (Sauf Pipistrelle commune) sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)	126
Figure 64 : Eolienne E06 - Actogramme du groupe de Pipistrelle (Sauf Pipistrelle commune) sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les	

enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)	126
Figure 65 : Eolienne E02 - Actogramme de la Noctule commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)	127
Figure 66 : Eolienne E06 - Actogramme de la Noctule commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)	127
Figure 67 : Eolienne E02 - Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)	128
Figure 68 : Eolienne E06 - Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)	128

Tables des cartes

Carte 1 : Localisation des éoliennes	17
Carte 2 : Situation paysagère et disposition des éoliennes	18
Carte 3 : Localisation des points d'observation de la Grue cendrée en période migratoire au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019 et 2020	37
Carte 4 : Carte de localisation des couloirs de migration des Grues cendrées en France	57
Carte 5 : Grues cendrées en migration prénuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019	62
Carte 6 : Grues cendrées en migration postnuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019	63
Carte 7 : Grues cendrées en migration prénuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2020	69
Carte 8 : Grues cendrées en migration postnuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2020	70

Annexes

Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres	135
---	-----

1

Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1 Contexte – présentation du parc et données historiques

1.1 Présentation du parc

Le parc de Chassepain se situe dans le département de l'Indre (36), en région Centre-Val de Loire. Il est situé à environ 155 km au sud d'Orléans et à 285 km au sud de Paris.

Le parc, mis en service en juillet 2018, comprend 10 éoliennes de types V110, d'une puissance nominale de 2 MW. Ces éoliennes ont une hauteur de moyeu de 94 m et d'un rotor de 112 m de diamètre.

Le parc de Chassepain se situe au sein d'une zone agricole intensive. On peut toutefois recenser la présence de prairies permanentes pâturées par des bovins sous les éoliennes E07, E08 et sur la parcelle nord de l'éolienne E09 en 2019, et sous les éoliennes E08 et E09 en 2020. On note également la présence de linéaires de haies sur l'ensemble du parc.



Figure 1 : Eolienne 1 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)



Figure 2 : Eolienne 2 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Figure 3 : Eolienne 3 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)



Figure 4 : Eolienne 5 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)



Figure 5 : Eolienne 6 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Figure 6 : Eolienne 7 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)



Figure 7 : Eolienne 8 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)

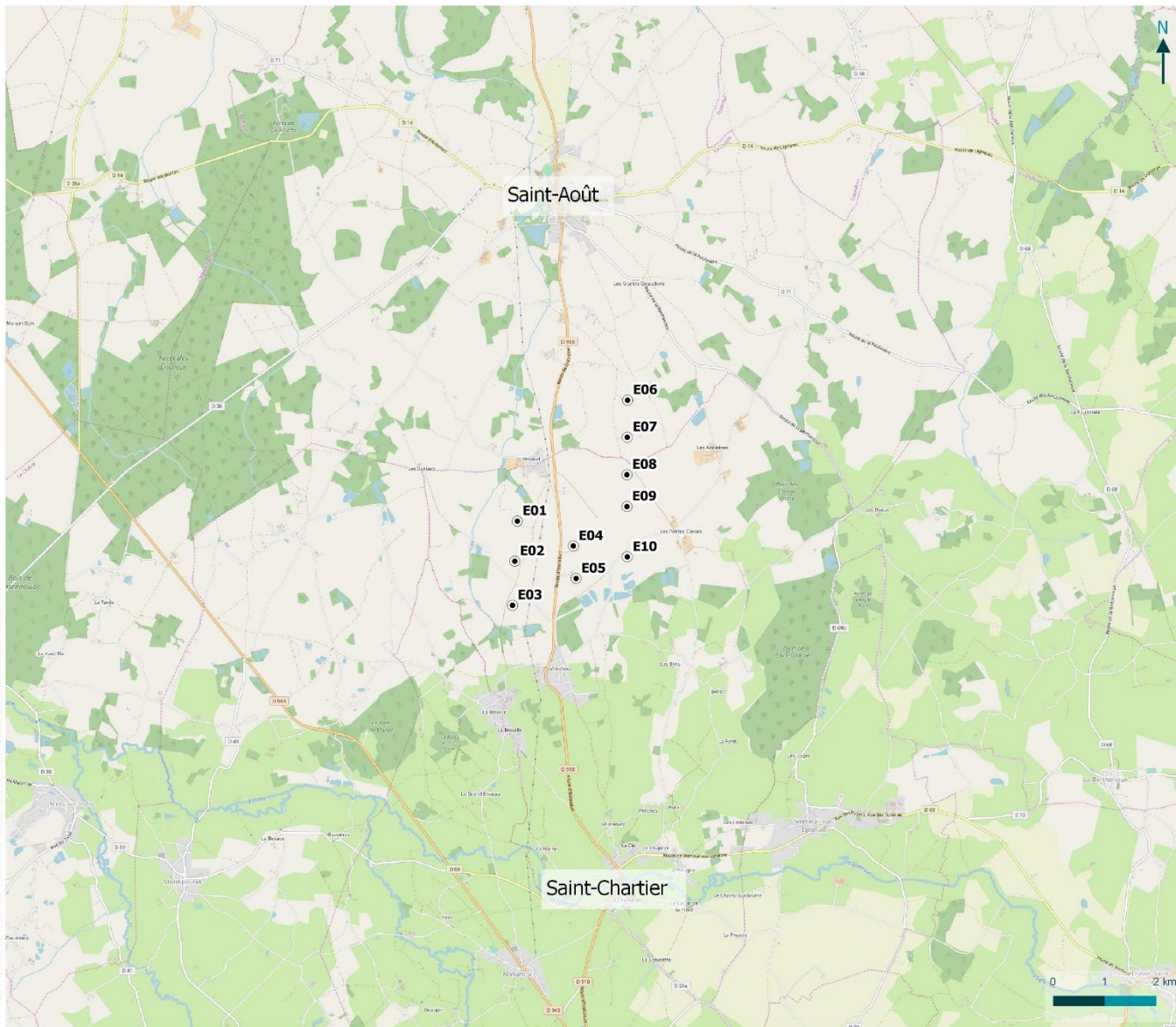


Figure 8 : Eolienne 9 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Figure 9 : Eolienne 10 le 15 mai 2019 et le 07 juillet 2020 (de gauche à droite)



© NEOEN - Tous droits réservés - Sources : Biotopie (2020) - Cartographie : Biotopie, 2020-03-20T10:14:30

NEOEN

Localisation des éoliennes

Suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Chassepain

● Implantation des éoliennes

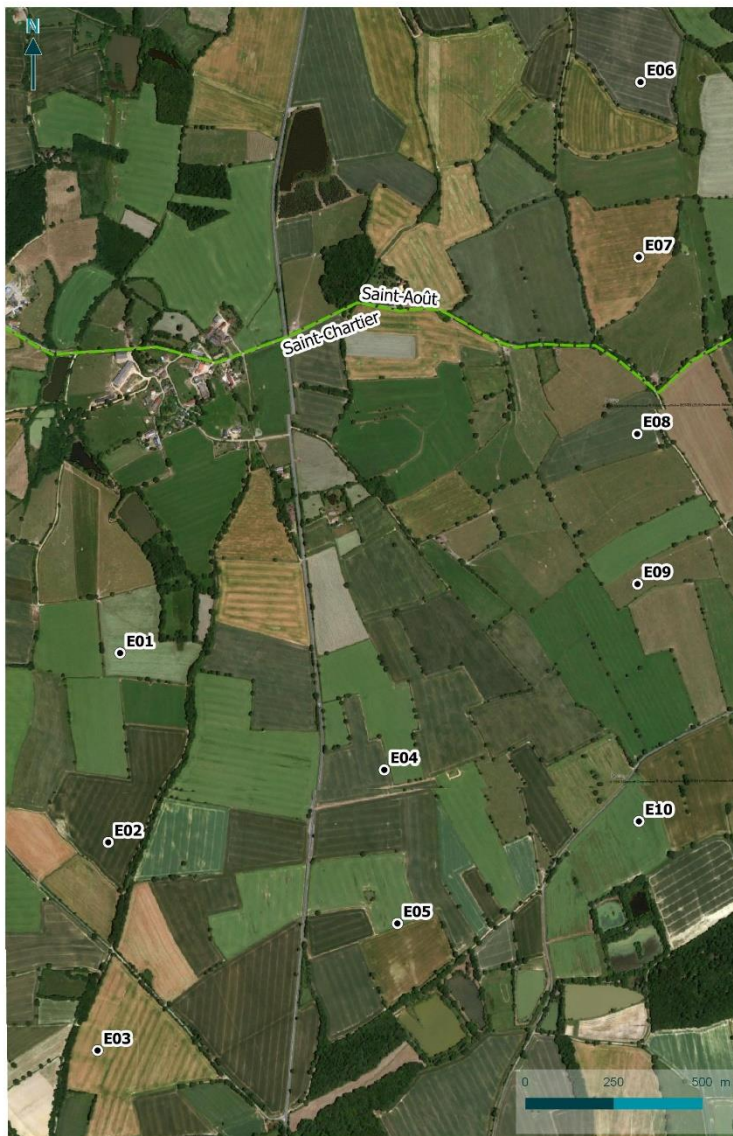
Parc éolien de Chassepain, communes de Saint-Chartier et de Saint-Août (36)
NEOEN
décembre 2020



Carte 1 : Localisation des éoliennes



Suivi environnemental post-implantation (2ème année – 2020)



NEOEN

Situation paysagère et disposition des éoliennes

Suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Chassepain

- Implantation des éoliennes
- Limites communales

Parc éolien de Chassepain,
communes de Saint-Chartier et
de Saint-Août (36)
NEOEN
décembre 2020



Carte 2 : Situation paysagère et disposition des éoliennes



1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.2 Rappel des enjeux de l'étude d'impact

L'objectif de cette partie est de résumer et de faire ressortir les espèces à enjeux identifiées lors de l'étude d'impact du projet éolien afin de les comparer avec les résultats des suivis post-implantations réalisés en 2019 et en 2020.

1.2.1 Présentation de l'aire d'étude initiale et des techniques employées

Étude avifaune :

L'étude d'impact sur les oiseaux a été réalisée en 2013.

Elle a été réalisée sur l'aire d'étude rapprochée, définie selon les contraintes du développeur éolien pour l'implantation des éoliennes. Cette aire d'étude est située un paysage mixte de parcelles agricoles et d'îlots boisés.

Toutes les expertises oiseaux ont été réalisées sur cette aire d'étude : la nidification, la migration et l'hivernage. Toutefois l'analyse a pris en compte le contexte paysager dans un rayon de 5km depuis le centre de l'aire d'étude rapprochée, cela a permis d'analyser le fonctionnement des populations vis-à-vis de la diversité de milieux et de relief autour de l'aire d'étude pressentie pour l'implantation des éoliennes.

Les points d'observation ont été définis afin de couvrir l'ensemble de la diversité des habitats potentiels sur l'aire d'étude rapprochée et d'avoir la meilleure visibilité possible en fonction de l'expertise, les points en hauteur ont notamment été privilégiés pour l'analyse des mouvements migratoires et de comportement des rapaces.

- Hivernage :

« Ces dernières recherches ont permis d'observer 55 espèces hivernantes sur le périmètre d'étude immédiate ainsi que sur ses marges rapprochées. Cette diversité d'espèces n'est pas particulièrement exceptionnelle et la zone étudiée n'abrite pas non plus de regroupements numériquement très importants d'oiseaux. Les espèces présentes en hivernage sont dans leur majorité peu ou très peu sensibles aux parcs éoliens mais il ne faut pas oublier que la majorité d'entre-elles sont protégées par la loi française et qu'une attention doit être portée à leur conservation. »

- Migration prénuptiale :

*« La migration prénuptiale a concernée 40 espèces. Le phénomène migratoire prénuptial est beaucoup plus diffus dans l'espace que la migration postnuptiale et les passages de groupes d'oiseaux ont principalement concernés les Grues cendrées (*Grus grus*) et les Vanneaux huppés (*Vanellus vanellus*). Les Grues cendrées passent en groupe en migration prénuptiale au-dessus de la zone d'étude. Les déplacements peuvent se faire au niveau des pales d'éoliennes comme ils peuvent l'être nettement au-dessus. L'effectif maximum observé était de 2 150 grues au niveau du lieu-dit « La Plaine »*

*Parmi d'autres espèces migratrices remarquables, on notera le Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*) qui a été observé au lieu-dit « Vinceuil ».*

*Le Milan royal (*Milvus milvus*) et la Bondrée apivore (*Pernis apivorus*) ont aussi été observés en migration sur le site d'étude rapproché. »*

- Migration postnuptiale :

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

« En passage migratoire postnuptiale, trente-six espèces ont été observées lors du terrain consacré à l'étude de cette thématique. Les effectifs les plus importants concernent l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) avec 377 individus observés. Des espèces protégées remarquables ont été observées, comme le Busard St Martin (*Circus cyaneus*) (4 maximum), le Milan royal (*Milvus milvus*) (6 maximum), l'Epervier d'Europe (*Accipiter nisus*) (6 maximum), le Faucon hobereau (*Falco subbuteo*) (3 maximum), la Grue cendrée, l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) (50 maximum) et la Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*) (48 maximum).

Concernant la Grue cendrée, les passages ont été observés en novembre ou quelques groupes de 70 à 146 individus ont traversés la zone d'étude. Un groupe de 73 individus a même fait escale pour la nuit sur une parcelle agricole située à l'ouest de « Le Champs Rochoux » (Saint-Août). »

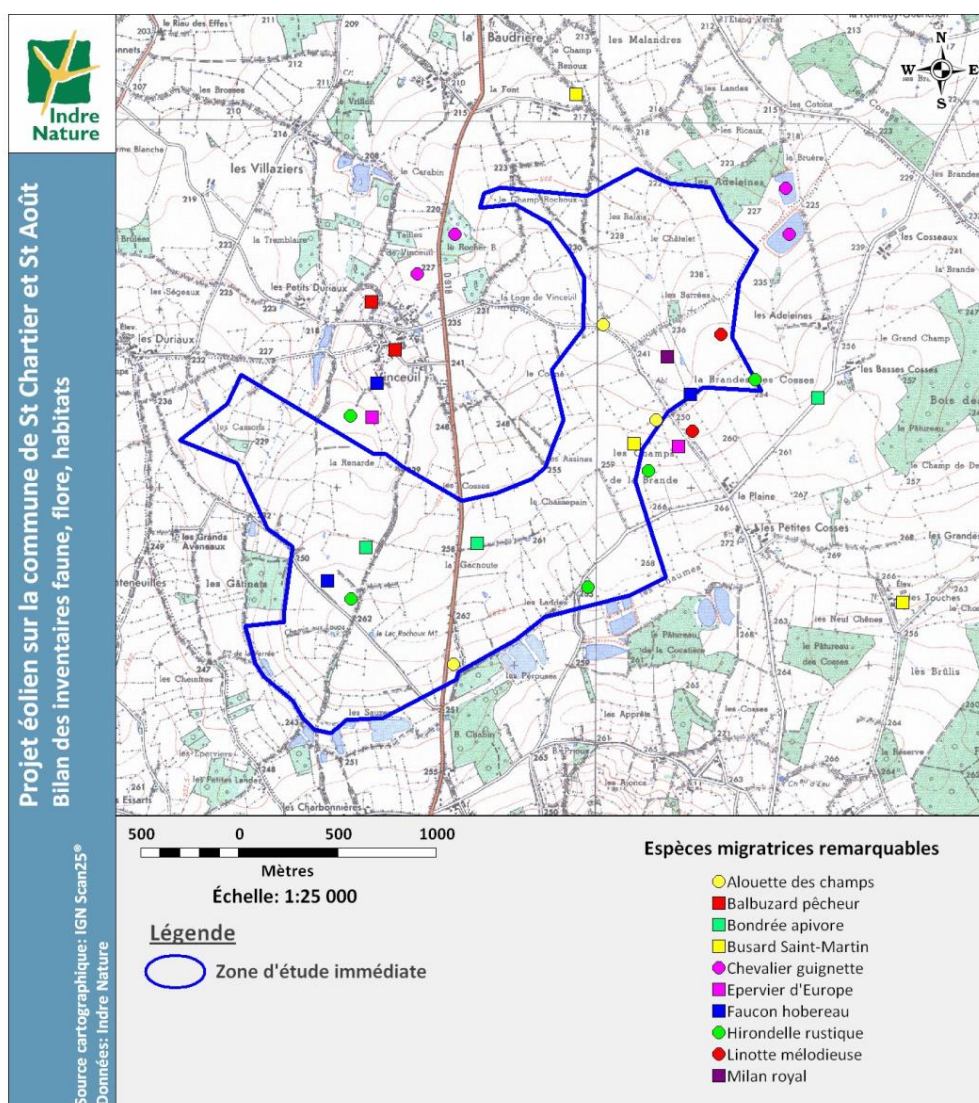


Figure 10 : Répartition des oiseaux de valeur patrimoniale remarquable observés en période migratoire (source : Indre Nature)

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

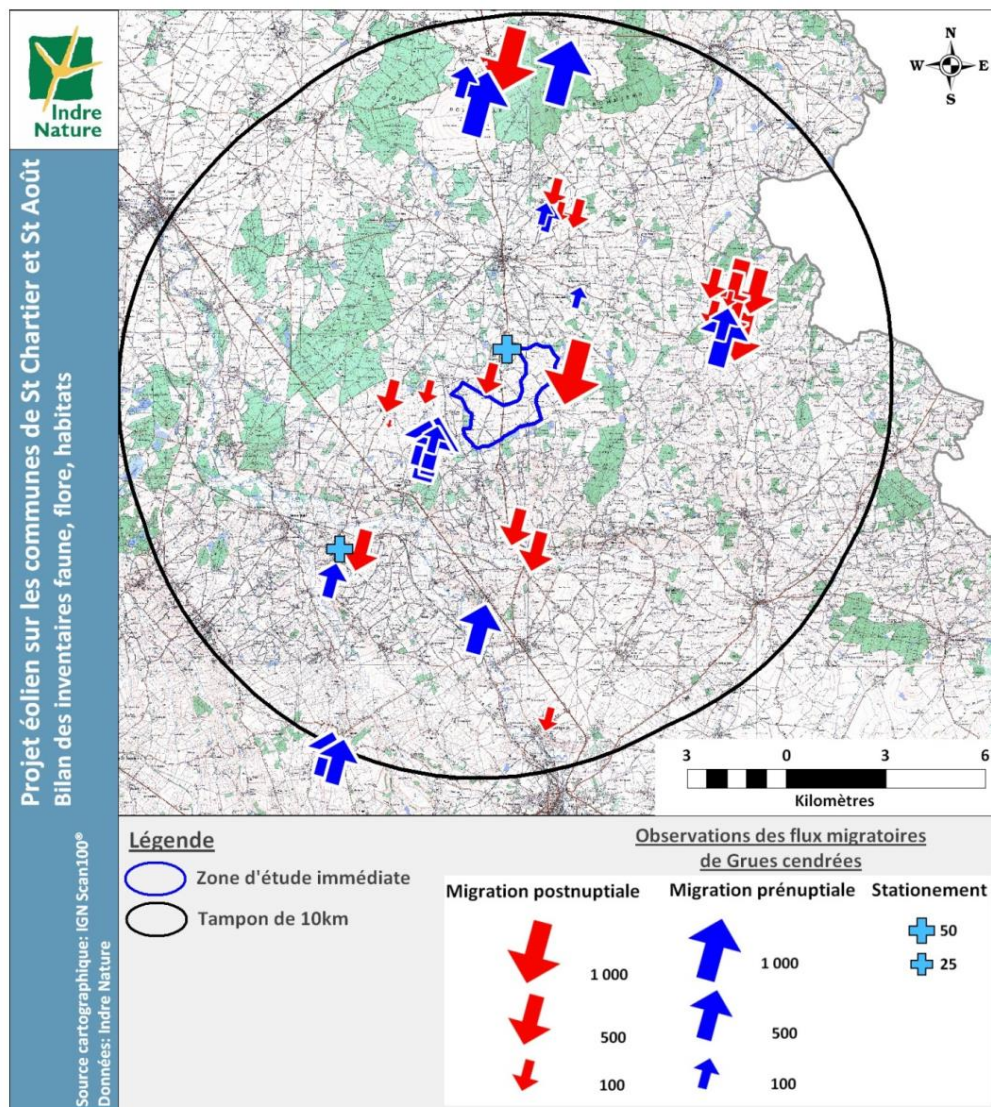


Figure 11 : Répartition des observations de Grue cendrée en passage migratoire (source : Indre Nature)

■ Nidification

« Les investigations ont permis d'observer 68 espèces en période de reproduction (en reproduction avérée ou possible). A l'échelle nationale, la moyenne se situe entre 60 et 80 espèces par maille de 10 km x 10 km. La surface étudiée étant moindre, le cortège qui y a été observé peut être qualifié d'assez important. »

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

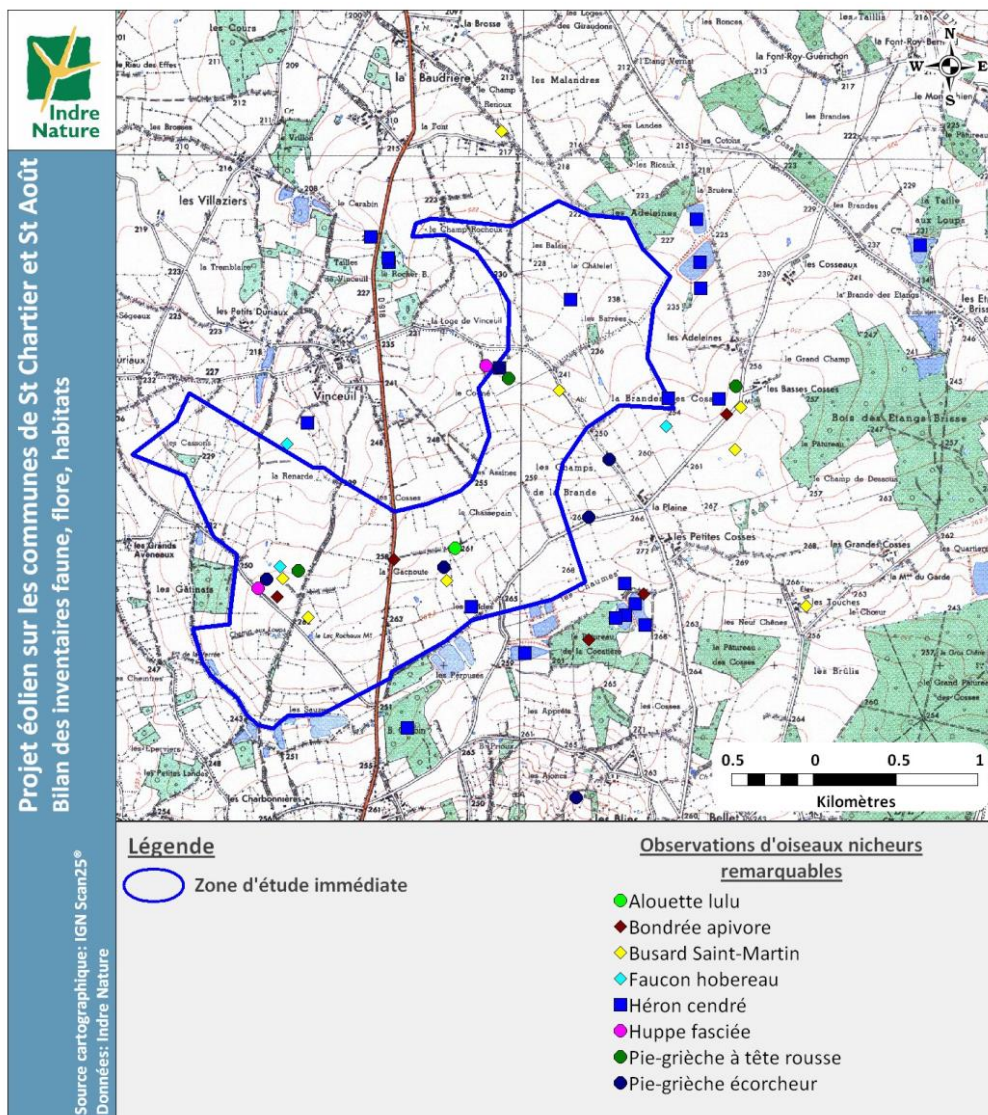


Figure 12 : Répartition d'oiseaux remarquables observés en période de reproduction (source : Indre Nature)

Étude des chiroptères :

Les études chiroptères ont été réalisées sur 3 aires d'étude :

- Aire d'étude immédiate (0 à 2 km) englobant l'ensemble des implantations envisagées et leur périphérie immédiate. Y ont été effectuées les parcours d'écoute nocturne et la pose des enregistreurs automatiques.
- Aire d'étude rapprochée (2 km - 5 km). La recherche de gîtes bâtis a été réalisée dans cette aire d'étude qui intègre les principaux hameaux et villages périphériques

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- Aire d'étude éloignée (2 km - 15 km). Elle a été utilisée pour la recherche de données bibliographiques

La recherche de gîtes anthropiques a été effectuée dans le périmètre des 10 km.

En reproduction, 5 gîtes sont actuellement connus pour 5 espèces (*la Barbastelle d'Europe, le Murin de Bechstein, le Murin à moustaches, le Murin de Natterer et le Petit rhinolophe*) et les effectifs maxima observés concernent un rassemblement de 70 Petits-rhinolophes dans le bourg de Thevet-Saint-Julien, ce qui constitue le plus important site de reproduction de cette espèce dans le département de l'Indre.

En hivernage, 6 gîtes sont actuellement connus pour 8 espèces (*la Barbastelle d'Europe, le Murin de Bechstein, le Murin à moustaches, le Murin de Natterer, le Petit rhinolophe, la Sérotine commune, le Murin de Daubenton, le Grand murin, la Pipistrelle commune, le Grand rhinolophe et l'Oreillard sp.*). Les effectifs maxima correspondent à un rassemblement de 57 Petits-rhinolophes dans le bourg de Thevet-Saint-Julien qui se situe à 8.5 km de la zone d'étude rapprochée. Cette espèce est relativement sédentaire et ses déplacements saisonniers sont restreints. Les gîtes hivernaux de ces espèces sont généralement situés à moins de 10 km des gîtes de mise bas mais peuvent parfois se situer jusqu'à 153 km (Bensetti & Gaudillat, 2002). Les terrains de chasse quant à eux sont le plus souvent localisés dans un rayon de quelques kilomètres et jusqu'à 8 km environ (Schofield, 1996) autour des gîtes de mise bas.

Dans la zone d'étude rapprochée, de même que sur l'ensemble des communes de Saint-Août et de Saint-Chartier, aucun gîte d'hivernage ou de reproduction n'est connu. Les possibilités de gîte en habitats anthropiques sont effectivement restreintes, et compte tenu de la nature des recherches effectuées pour les chiroptères (recherches acoustiques d'individus en déplacements), ce genre d'information n'a pas pu être répertorié.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

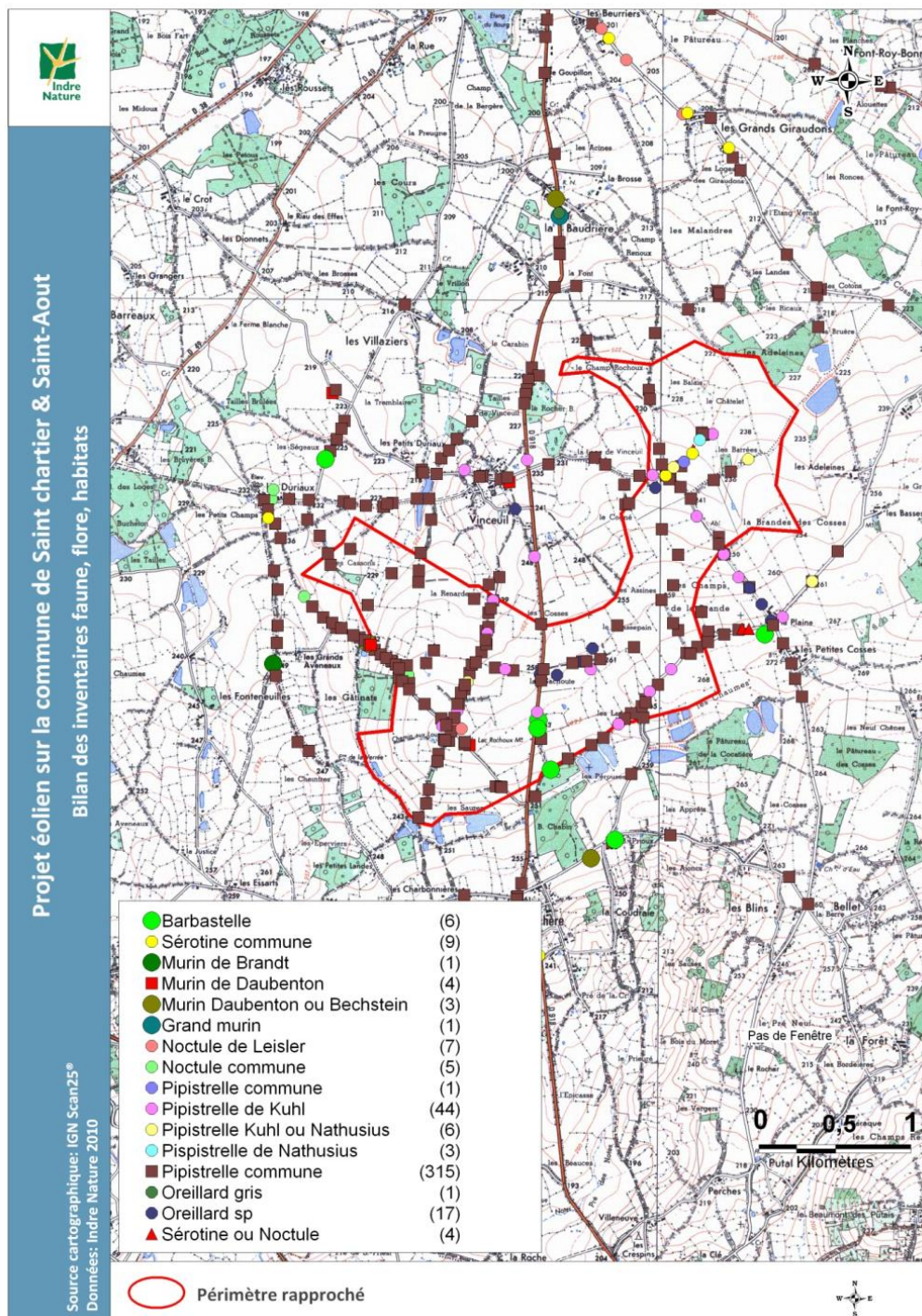


Figure 13 : Répartition des observations de chiroptères (source : Indre Nature)

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.2.2 Intérêt du site et de ses abords pour les oiseaux, définis par l'étude d'impact

L'étude d'impact des oiseaux identifie une sensibilité forte lors des migrations pré et postnuptiale avec le passage de Grues cendrées et de Vanneaux huppés. Les Grues cendrées passent en groupe au-dessus de la zone d'étude.

La migration pré-nuptiale semble quant à elle moins marquée sur le secteur et concerne moins les rapaces que les petits passereaux effectuant une migration diffuse et par « bonds successifs ». Toutefois on notera la présence de rapaces remarquables tels que le Balbuzard pêcheur, attiré par les nombreux petits étangs situés autour de la zone d'étude sur lesquels il peut potentiellement faire des haltes migratoires et pêcher ; le Milan royal et la Bondrée apivore qui sont tous deux des espèces présentant un risque de mortalité notamment pour le Milan royal qui a la réputation d'être particulièrement sensible.

Des espèces protégées remarquables ont été observées durant la migration postnuptiale, comme le Busard Saint-Martin, le Milan royal, l'Épervier d'Europe, le Faucon hobereau, la Grue cendrée, l'Hirondelle rustique et la Linotte mélodieuse. Le passage de plusieurs Milans royaux est particulièrement intéressant. La zone d'étude peut potentiellement être utilisée pour des escales migratoires pour les Grues cendrées, sur les secteurs où la disparition du bocage a entraîné la formation de vastes espaces agricoles.

Le secteur d'implantation des éoliennes est en lui-même favorable à l'avifaune, la présence de bosquets et de haies en interaction avec les milieux de cultures créé une mosaïque d'habitats favorables à la nidification et à l'alimentation de plusieurs espèces. L'étude d'impact identifie la nidification de plusieurs espèces de passereaux principalement dans les milieux bocagers comme l'Alouette lulu, la Bondrée apivore, le Busard Saint-Martin, le Héron pourpré, la Huppe fasciée, la Pie-grièche écorcheur, la Pie-grièche à tête rousse et le Vanneau huppé ; et en lisière des bosquets avec des rapaces comme la Buse variable, le Faucon crécerelle et le Busard Saint-martin nicheurs sur site ou à proximité.

En hiver, ces mêmes espèces de rapaces sédentaires fréquentent le site. On notera que le Vanneau huppé est régulier sur le site, il utilise les cultures comme site d'hivernage (contact de groupes de Vanneaux huppés allant de 10 à 400 individus). Peu d'enjeux sont identifiés à ces périodes.

1.2.3 Intérêt du site et de ses abords pour les chiroptères, définis par l'étude d'impact

Le site étudié lors de l'étude d'impact présente une diversité d'espèces de chiroptères relativement importante (10 espèces détectées) qui sont :

- La Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*),
- La Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*),
- La Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*),
- La Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*),
- La Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*),
- La Noctule commune (*Nyctalus noctula*),
- La Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*),
- Le Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*),
- Le Murin de Brandt (*Myotis brandtii*),
- L'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*).

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Dans les espèces de chiroptères sensibles à l'éolien, 9 des 10 espèces de chiroptères recensées dans la zone d'étude sont concernées par ce risque. Parmi les espèces pour lesquelles le risque de mortalité directe est connu, les espèces arboricoles pourraient être encore plus impactées par le projet, comme le montre le tableau ci-dessous.

Espèces	Habitat	Impact potentiel en phase d'exploitation
Noctule commune	Chasse : bois, haies Gîtes : arbres	++
Noctule de Leisler	Chasse : bois, haies Gîtes : arbres	++
Pipistrelle commune	Chasse : bois, haies Gîtes : constructions humaines	++
Pipistrelle de Nathusius	Chasse : bois, haies Gîtes : arbres	++
Pipistrelle de Kuhl	Chasse : bois, haies, milieux ouverts Gîtes : construction humaines	++
Sérotine commune	Chasse : milieux ouverts, bocages, lisières forestières Gîtes : constructions humaines	++
Murin de Daubenton	Chasse : bois, haies Gîtes : arbres ou constructions humaines proche de l'eau	+
Murin de Brandt	Chasse : bois, haies Gîtes : arbres	+

++ : *potentiellement important*
+ *potentiellement peu important*

Le présent rapport rappelle le bilan de plusieurs expertises menées sur le parc éolien de Chassepain (Indre) entre février 2019 et novembre 2020 :

- Un suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle (éoliennes E02 et E03) entre mi-avril et fin octobre 2019.
- Un suivi de la migration des Grues cendrées en période de migration pré et postnuptiale 2019 et 2020.
- Un suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris pour chaque éolienne, avec détermination des cadavres, des causes de la mort si possible, test de persistance des cadavres et test d'efficacité des observateurs sur 24 passages entre mai et octobre 2019.
- Un suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris pour chaque éolienne, avec détermination des cadavres, des causes de la mort si possible, test de persistance des cadavres et test d'efficacité des observateurs sur 20 passages entre juin et octobre 2020.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2 Méthodologie appliquée

2.1 Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national

2.1.1 Arrêté ministériel d'août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 et protocole national

Arrêté du 22 juin 2020 portant modification des prescriptions relatives aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement

L'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement est modifié conformément aux dispositions des articles 2 à 22 du présent arrêté. “

“Article 9

L'article 12 est remplacé par :

« Art. 12.-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.

« Les données brutes collectées dans le cadre du suivi environnemental sont versées, par l'exploitant ou toute personne qu'il aura mandatée à cette fin, dans l'outil de télé-service de “ dépôt légal de données de biodiversité ” créé en application de l'arrêté du 17 mai 2018. Le versement de données est effectué concomitamment à la transmission de chaque rapport de suivi environnemental à l'inspection des installations classées imposée au II de l'article 2.3. Lorsque ces données sont antérieures à la date de mise en ligne de l'outil de télé-service, elles doivent être versées dans un délai de 6 mois à compter de la date de mise en ligne de cet outil.

« Dans le cas d'un projet de renouvellement d'une installation existante, autre qu'un renouvellement à l'identique ou une extension au sens de l'article R. 181-46-I du code de l'environnement, l'exploitant met en place un suivi environnemental, permettant d'atteindre les objectifs visés au 1er alinéa du présent article, dans les 3 ans qui précèdent le dépôt du porter à connaissance au préfet prévu par l'article R. 181-46 du code de l'environnement. »

Un protocole national cadrant les objectifs et modalités de suivi des parcs éoliens en exploitation a été rédigé en 2015 puis mis à jour début 2018.

La présente étude vient répondre aux obligations induites par le protocole national ainsi que par l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.1.2 Méthodes et pressions d'inventaire attendues à l'échelle nationale

Nombre de sessions d'inventaire

Le protocole national précise que le suivi de mortalité sera constitué d'au minimum 20 visites réparties entre les semaines 20 et 43 en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site.

semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité doit être réalisé ...	Si enjeux avifaunistiques spécifiques	Dans tous les cas		Si enjeux avifaunistiques en période hivernale
Suivi d'activité des chiroptères	Si enjeux sur les chiroptères	Si pas de suivi en hauteur dans l'étude d'impact	Dans tous les cas	Si enjeux sur les chiroptères

Figure 14 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018

Nombre d'éoliennes suivies

Le protocole national invite à contrôler :

- Toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes et moins ;
- Pour les parcs de plus de 8 éoliennes contenant n éoliennes : $8 \text{ éoliennes} + (n - 8) / 2$.

Le parc éolien de Chassepain est composé de 10 éoliennes. Le nombre d'éoliennes à suivre est donc de 9 sur les 10 du parc. L'éolienne qui n'a pas été suivie dans le cadre de cette étude est l'éolienne E04. Le contexte des éoliennes est relativement similaire, le choix de l'éolienne non suivie a été réalisé en hasard entre les deux éoliennes localisées sur la ligne d'éolienne central du parc.

Méthode de collecte des données

Surface-échantillon à prospecter : un carré de 100 m de côté ou un cercle couvrant au moins un rayon égal à la longueur des pâles avec un minimum de 50 m (à élargir en proportion pour les éoliennes présentant des pâles de longueur supérieure à 50 m).

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

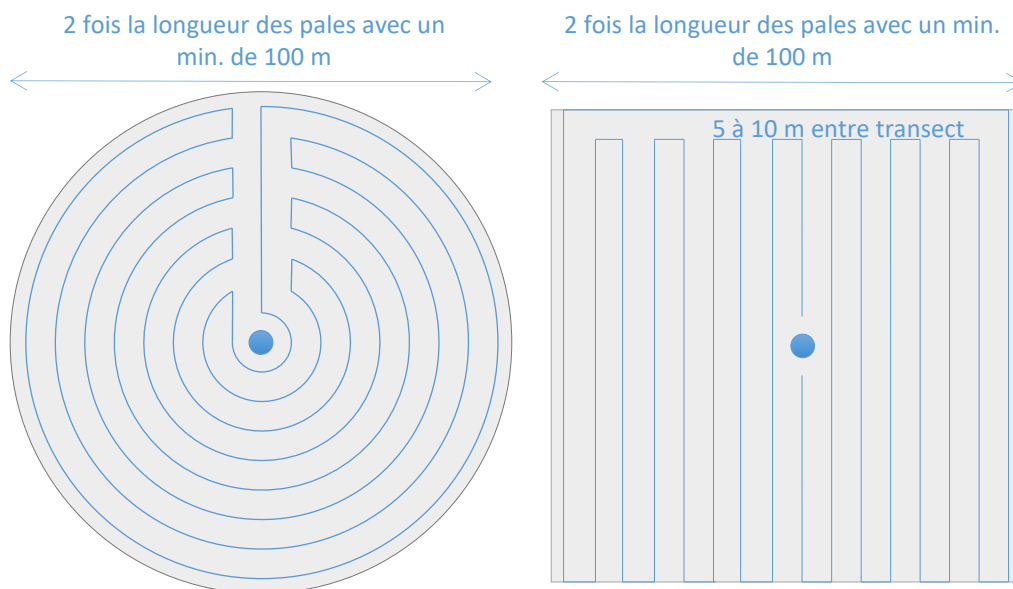


Figure 15 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018)

Mode de recherche : transects à pied espacés d'une distance dépendante du couvert végétal (de 5 à 10 m en fonction du terrain et de la végétation). Cette distance devra être mesurée et tracée. Les surfaces prospectées feront l'objet d'une typologie préalable des secteurs homogènes de végétation et d'une cartographie des habitats selon la typologie Corine Biotopes ou Eunis (cartographie simplifiée). L'évolution de la taille de végétation sera alors prise en compte tout au long du suivi et intégrée aux calculs du taux de mortalité (distinction des taux de découverte et de prédation en fonction des différents types de végétation).

Tests de correction des résultats.

Le protocole national prévoit la réalisation de deux tests de correction des résultats :

- Test d'efficacité de recherche (du chercheur) ;
- Test de persistance des cadavres.

Les modalités de réalisation de ces tests sont décrites en détail dans les chapitres suivants.

Analyse des résultats

Le protocole national prévoit un cadre d'analyse des résultats :

- Un tableau des données brutes doit être fourni pour permettre une compilation quantitative et informative à l'échelle nationale ;
- Analyser les résultats, de l'impact du parc et de l'efficacité des mesures ;
- Une analyse fine et qualitative des résultats doit être menée pour caractériser la mortalité par éolienne ;
- Croiser les résultats avec d'autres données ou avec les résultats d'autres types de suivi pour une interprétation des types de risques, des facteurs d'influence et orienter l'analyse vers l'efficacité des mesures ;
- Justifier et dimensionner les mesures correctives à mettre en place de façon proportionnée ;
- Estimer la mortalité pour permettre des comparaisons objectives et détecter les parcs à impacts significatifs pour la faune volante (intégrer coefficient surfacique, Utiliser au moins

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

3 formules de calcul des estimateurs standardisés dont Huso (2010) obligatoirement, Préciser l'intervalle de confiance de l'estimation, etc.).

2.2 Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées

Ce chapitre décrit la méthodologie mise en œuvre dans le cadre de l'étude réalisée sur le parc éolien de Chassepain. Il présente par ailleurs en détail les principales données collectées et analyses réalisées.

2.2.1 Principe de l'estimation de mortalité : méthodes, calculs et des incertitudes

L'objectif de ce suivi est de proposer une estimation de la mortalité réelle des chauves-souris et des oiseaux, au sein du parc. Le protocole national révisé en 2018 demande de préciser les incertitudes de l'estimation de la mortalité.

Principe de l'estimation de mortalité et formules utilisées

Les suivis de mortalité par recherche de cadavres au sol représentent actuellement la technique la plus régulièrement mise en œuvre. Toutefois, cette technique est soumise à de nombreux biais (capacités de détection de l'observateur, taux de disparition des cadavres par prédation/décomposition, activités agricoles du travail du sol) qui requièrent la définition de coefficients correcteurs à différentes périodes de l'année, sous peine de rendre potentiellement inexploitable les données issues du suivi de mortalité.

Le principe général des estimations par éolienne est le suivant :

$$N_e = N_d / (a \times P(s,f))$$

N_e = nombre estimé le plus probable de chauves-souris ou d'oiseaux tués par les éoliennes au sein de la zone prospectée.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Nd = nombre total de cadavres découvert de chauves-souris ou d'oiseaux dont la mort est imputable aux éoliennes.

a = Coefficient correcteur de surface moyen pondéré, calculé par simple proportion du taux moyen de surfaces prospectées et pondéré par la durée inter-passage.

P(s,f) = **Probabilité de détection propre à chaque méthode d'estimation** (e.g. de Erickson, de Jones, de Huso, de Korner-Nievergelt etc.). Les équations sous-jacentes à chaque méthode d'estimation font toutes appel à **deux coefficients correcteurs** que sont le coefficient de persistance (**s**) (qui peut être exprimée comme une durée de persistance ou comme une probabilité de survie suivant les formules) et le coefficient d'efficacité de recherche moyen (**f**). La valeur de **P(s,f)** obtenue correspond à une probabilité de détection moyenne tenant compte du fait que certains cadavres sont manqués faute de détection parfaite et d'autre du fait de leur disparition. Associée au nombre de cadavres trouvés durant le suivi pour chaque éoliennes (**Nd**) ainsi qu'à la surface moyenne prospectée (**a**), il est possible d'estimer la mortalité réelle. Ainsi **a x P(s,f) correspond une probabilité globale de détection des cadavres.**

Dans le cadre de ce travail et conformément aux directives du protocole national, nous réaliserons les différentes analyses permettant d'estimer indépendamment la mortalité pour les chiroptères et les oiseaux, suivant les formules de : **Erickson et al., 2000 / Huso, 2010¹ / Korner-Nievergelt et al. 2011.**

La détermination des coefficients correcteurs « **s** » et « **f** » est très importante du fait de leur effet sur l'estimation de **Ne**. C'est pour cela qu'il est particulièrement important d'avoir la capacité d'évaluer *a posteriori* la précision de leurs évaluations.

Détermination des coefficients correcteurs

Pour déterminer les deux coefficients correcteurs que sont le **coefficient de persistance (s)** et le **coefficient d'efficacité de recherche (f)**, deux tests doivent faire l'objet d'une mise en œuvre précise :

- **Les tests de persistance** permettent de mesurer la vitesse de disparition des cadavres (prédation, charognage, décomposition des cadavres) et donc le temps de persistance des cadavres une fois au sol. Ce facteur peut fortement varier dans le temps et l'espace. Les causes de disparition peuvent être multiples, soit par prélèvement (Renard roux, rapaces, corvidés, etc.) soit par l'action des insectes nécrophages (carabes, mouches, etc.).

Tel que demandé par le protocole national, deux tests de prédation ont été réalisés dans le cadre du suivi de la mortalité. Ces tests ont été réalisés au cours du suivi pour que les résultats puissent être représentatifs des grandes périodes biologiques (saisons). Pour ce faire, les leurres ont été disposés de manière aléatoire pour chaque éolienne suivie au sein des zones de prospections.

- **Les tests d'efficacité des recherches** permettent de prendre en considération les difficultés des observateurs à repérer les cadavres tombés au sol. Ce coefficient est fortement influencé par l'évolution de l'occupation du sol, d'une part, ainsi que par la taille/couleur des cadavres, d'autre part. Il est également variable en fonction des observateurs (capacités de détection propres). Pour limiter l'effet observateur, il est important que les recherches soient, dans la mesure du possible, réalisées par un observateur unique. Ces tests doivent être réalisés au cours du suivi pour permettre d'évaluer la capacité de détection de l'observateur dans un maximum de modalités d'occupation du sol afin de limiter les extrapolations.

¹ Estimateur de référence obligatoire dans chaque étude.

● **Erickson, W.P.; Johnson, G.D.; Strickland, M.; Kronner, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.**

● **Huso, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052**

● **Korner-Nievergelt, F., Korner-Nievergelt, P., Behr, O., Niermann, I., Brinkmann, R., & Hellriegel, B. (2011). A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildlife Biology, 17(4), 350-363. doi: 10.2981/10-121**

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Tel que demandé dans le protocole national, deux tests ont été réalisés dans le cadre du suivi de la mortalité. Ces deux tests sont réalisés par la méthode de l'échantillonnage stratifié en fonction des différents types d'occupation du sol que l'observateur est susceptible de prospecter tout au long du suivi. Le moment de réalisation des tests doit permettre de tester l'observateur dans un maximum de situations d'occupation du sol, à l'échelle de l'ensemble du parc éolien. De 10 à 15 leurres identiques sont disposés aléatoirement pour chaque catégorie d'occupation du sol à tester et sur l'ensemble du parc, à l'insu de l'observateur.

La détermination de coefficients correcteurs répétée selon les périodes de l'année constitue le principal élément permettant d'exploiter de façon fiable les résultats des suivis de mortalité par recherche de cadavres. Ces coefficients sont essentiels pour tirer des informations scientifiquement recevables du suivi de mortalité. **En l'absence de coefficients robustes, aucune conclusion ne peut être envisagée quant à la mortalité effective engendrée par le parc éolien.**

Méthodes statistiques et incertitudes

- Évaluation du coefficient moyen de persistance des cadavres

Afin d'estimer au mieux le coefficient, nous avons repris la démarche développée dans le package R « carcass » (Korner-Nievergelt et al. 2015), repris également par l'estimateur de Korner-Nievergelt (2011) ou encore « GenEst » (Dalthorp et al. 2018), c'est-à-dire l'utilisation d'un modèle de survie classique pouvant utiliser comparativement quatre lois de distribution possibles parmi : "exponential", "weibull", "lognormal" et "loglogistic". Ces distributions classiques décrivent de manière différente la vitesse à laquelle disparaissent les cadavres au court du temps. Ainsi, cela permet de s'appuyer sur une de ces distributions pour prédire au plus juste la réalité observée lors des tests de prédation en fonction du type de leurre déployé (mammifères et/ou oiseaux), de la période du test et de l'éolienne. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par la pondération des AIC. Le modèle sélectionné permet d'estimer les paramètres recherchés avec leurs incertitudes (intervalles de confiance à 95%) et prédites en fonction des facteurs retenus. Ces facteurs, comme la période du test ou l'éolienne, sont retenus dès lors que ce facteur permet de mieux correspondre à la réalité observée des tests, comme une différence significative entre les tests et/ou entre éoliennes.

Pour déterminer la persistance, le modèle prédit une durée moyenne de persistance (et les probabilités de persistance moyennes) en tenant compte des facteurs retenus. Les estimations sont également associées à des incertitudes afin d'évaluer la précision *a posteriori* de ces estimations.

- Évaluation du coefficient moyen d'efficacité de recherche

Comme pour le coefficient de prédation, l'efficacité de recherche est calculée en se basant sur une approche de modélisation de l'efficacité de détection. Pour cela, nous utilisons un modèle GLM suivant une loi de distribution binomiale (comprise entre 0 et 1) et en fonction de plusieurs facteurs que sont : le type de leurre (taille, couleur par exemple), la période du test, le type d'occupation du sol et la hauteur de végétation. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par la pondération des AIC. Si le modèle permet de faire un lien direct entre l'efficacité de recherche et la hauteur de végétation, le modèle peut prédire les cas de figures d'occupation du sol qui n'auraient pu être testés. Dans le cas contraire, il est possible de s'appuyer objectivement sur les sorties de modèle pour les situations testées et sur leurs interpolations (situations intermédiaires non testées) pour compléter les types de végétations manquantes (extrapolation en s'appuyant sur le retour de la personne qui a réalisé le suivi et qui peut comparer les situations).

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Cette approche statistique permet, à partir des tests réalisés, d'estimer l'efficacité de recherche pour l'ensemble des occupations du sol que l'opérateur a rencontré sur l'ensemble de la période de suivi. Les estimations sont également associées à des incertitudes afin d'évaluer la précision *a posteriori* de ces estimations.

- Évaluation des incertitudes

Une fois que les coefficients correcteurs moyens (s , f et a) sont calculés, une **probabilité globale de détection** c'est-à-dire $a \times P(s,f)$ est calculée pour chacune des éoliennes pour l'ensemble du suivi selon les trois méthodes d'estimation que sont : Erickson et al. (2000), Huso (2010) et Korner-Nievergelt et al. (2011). Il est alors possible de calculer la mortalité estimée la plus probable par éolienne. Elle est ensuite pondérée pour chaque éolienne par le coefficient correcteur de surface moyen pour intégrer la part des surfaces non prospectées et non prospectables. Puis le nombre d'observation est divisée par cette probabilité globale de détection.

Afin de déterminer les incertitudes des estimations de mortalités par éolienne, nous avons utilisé le théorème de Bayes tel qu'il est également utilisé dans le package R « carcass » (Korner-Nievergelt et al. 2015) et par Korner-Nievergelt (2011). Connaissant le nombre de cadavres trouvés ainsi que la probabilité globale de les détecter (c'est-à-dire les chances réelles de trouver un cadavre selon les différentes méthodes d'estimation), cette méthode permet de déterminer *a posteriori* l'intervalle de confiance à 95% associé.

Ce théorème a également pour avantage de pouvoir donner un intervalle de confiance à 95% même lorsqu'aucun cadavre n'a pu être détecté. L'intervalle de confiance, dans ce cas, correspond au nombre de cadavres pour lesquels l'opérateur avait 95% de chance de ne pas les détecter du fait des différentes contraintes rencontrées au cours du suivi. Cela permet de donner une limite au nombre de collisions maximum non détectables considérant les contraintes de prospection rencontrées durant le suivi. Ainsi, dans tous les cas, il est possible de déterminer une mortalité maximum par éolienne, même en l'absence de découverte de cadavre.

Limites générales à la démarche d'estimation de la mortalité :

Pour le moment, les incertitudes des différents coefficients correcteurs ne sont pas utilisées dans les calculs de l'incertitude de l'estimation de la mortalité. Toutefois, il est possible d'évaluer cela en regardant 1) les incertitudes de chaque coefficient correcteur pour vérifier leur qualité et 2) en analysant en même temps les incertitudes de l'estimation de mortalité finale elle-même. En effet, l'intervalle de confiance de l'estimation de mortalité sera d'autant plus large que la probabilité de détection globale moyenne est faible et que le nombre de cadavres découverts est grand.

L'utilisation de modèles, suivie d'une sélection par AIC pour déterminer les coefficients correcteurs (persistance et efficacité de recherche), a pour avantage 1) de générer les incertitudes aux coefficients correcteurs pour évaluer leur précision, 2) de prendre en compte le design expérimental des tests (notamment le nombre de leurres déployés qui limitent la capacité prédictive des modèles) en respectant les contraintes statistiques et aussi 3) de réaliser la meilleure stratification (intégration de tous facteurs influençant la détectabilité) pour décrire au plus juste la réalité du suivi. Toutefois, il n'est pas possible d'intégrer toutes les sources de variation, comme le travail des agriculteurs sur leurs parcelles. En effet, le travail du sol dépend de la météo et il est impossible de savoir à quel moment les agriculteurs vont passer sur leurs champs, entraînant l'enterrement involontaire/aléatoire des cadavres.

Tel que défini par le protocole national, « seules les zones à ciel ouvert et praticables sont prospectées. Le reste de la surface échantillon devra faire l'objet d'une correction proportionnelle par coefficient surfacique ». Les zones non prospectables sont définies comme 1) des secteurs de boisements ou alors 2) comme des végétations ne permettant pas de pénétrer dans la parcelle ou enfin 3) comme une parcelle où la détectabilité est proche de zéro. Par notre

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

expérience, une végétation au-delà de 30 cm de hauteur limite très fortement la capacité de détection des cadavres. En fonction du type de couvert, le technicien à la possibilité de continuer à prospecter s'il estime que sa capacité de détection est encore significative ou de considérer la parcelle comme non prospectable. Les surfaces non prospectées sont alors prises en compte par le coefficient correcteur de surface

Le coefficient correcteur de surface par simple proportion, tel que demandé par le protocole national suppose comme hypothèse que la densité des cadavres est identique entre les zones prospectées et celles non prospectées. Par ailleurs, il est assez fréquent que le faible nombre de cadavres ne permette pas de quantifier la relation entre la densité de cadavres et la distance au sol de l'éolienne. Toutefois, ce sont majoritairement les zones éloignées des mats qui ont le plus de chance de ne pas pouvoir être prospectées du fait de la présence récurrente d'une plateforme et chemin d'accès prospectable au pied des éoliennes. Ainsi, considérer à tort que la densité est homogène, peu importe la distance à éolienne, est donc en général conservateur (ne réduit pas l'estimation) au contraire d'une relation distance dépendance (Arnett et al. 2005). Toutefois, ces zones non prospectables participent à minimiser la mortalité observée mais aussi à surestimer la mortalité estimée par l'effet direct du coefficient correcteur de surface sur la probabilité de détection globale.

Suivant les formules, la probabilité globale de détection nécessite que la durée entre chaque passage reste identique tout au long du suivi ce qui est parfois difficile à mettre en œuvre, même si tout est fait pour respecter ce principe. Par ailleurs, la formule de Huso suppose qu'un cadavre manqué au premier passage après son apparition ne sera jamais découvert.

Tous les estimateurs utilisés ici se basent sur l'hypothèse que la mortalité est constante tout au long du suivi. Ce qui est vraisemblablement faux du fait des différentes phases du cycle biologique que peut couvrir un suivi. Des variables supplémentaires (comme l'activité acoustique pour les chiroptères), pourraient permettre de pondérer l'estimation de la mortalité en fonction de l'activité au cours du temps.

Le protocole national précise « Qu'il s'agisse du test d'efficacité ou du test de persistance des cadavres, il s'agira de s'assurer que les résultats permettent bien une utilisation statistique robuste dans l'estimation de la mortalité. ». Pour le test de persistance, le nombre de cadavres déployés va directement influencer la puissance statistique permettant d'estimer la vitesse de persistance moyenne, et d'autant plus si la vitesse de disparition est forte. En fonction de la pression de prédation (difficilement estimable au début du suivi), un nombre trop faible de cadavre (défini par défaut au début du suivi) peut impliquer l'incapacité d'estimer de manière robuste le coefficient de prédation pour chaque éolienne, voir même à l'échelle du parc. Ainsi, suivant les situations, cela peut remettre en cause cette demande spécifique du protocole national. Cela peut même engendrer l'incapacité de répondre au protocole national dans son ensemble si l'estimation de mortalité devient impossible. D'autre part, le nombre important de rats déposés (concentration), ainsi que leur taille et leur couleur peuvent générer des phénomènes d'attraction/saturation sur les prédateurs. Dans la mesure du possible, il convient d'éviter les souris/rats blancs mais cela est rarement possible en raison du manque de production de rongeurs gris. Ainsi, les rongeurs doivent correspondre le plus possible en taille à des chiroptères, en l'absence d'alternative satisfaisante (répétabilité des tests notamment).

Le protocole national prévoit également une « Analyse croisée avec les données et résultats de suivis d'activité en continu des chauves-souris (corrélations entre pics d'activité et mortalités, entre l'évolution du cortège d'espèces inventorié par suivi en continu en nacelle et la chronologie de la mortalité par espèce...) ». Comme les protocoles acoustique et mortalité sont réalisés de manière indépendante, notamment pour les éoliennes suivies, la cohérence des résultats reste très aléatoire. *A minima*, la comparaison sera descriptive et tentera de mettre en lumière les possibles liens entre ces deux sources de données.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.2.2 Méthode de recherche des cadavres

Méthode par transects circulaires

Le protocole que nous avons mis en œuvre est adapté d'après Arnett et al. (2009) et Baerwald et al. (2009). **Il s'agit d'une méthode de suivi se basant sur des transects circulaires.** Ce type de transects **cible la zone théorique principale de présence de cadavres** liés à des phénomènes de collision, sous la principale zone de survol par les pâles et ses abords.

Ce protocole présente plusieurs avantages :

- Il **optimise la surface échantillonnée** (suivi traditionnel prospectant une surface carrée, sans justification statistique) ;
- Il ne nécessite pas la pose de repères sur le terrain ;
- Il permet de conserver toute la concentration de l'observateur sur la recherche de cadavres sans perte d'attention sur sa position par rapport aux repères/transects.

Les prospections s'effectuent à pied sous les éoliennes et dans un rayon de 50 m autour de chaque éolienne : 11 cercles éloignés de 5 m les uns des autres, en partant du plus éloigné du mât de l'éolienne (50 m), jusqu'au pied de l'éolienne sont alors effectués.

Pour cela, nous avons utilisé un jeu de cordes et mousquetons. La première corde, tendue le plus haut possible autour du mat de l'éolienne, sert de fixation mobile à une seconde corde longue de 50 m et disposant de repères placés tous les 5 m permettant ainsi de tourner autour de l'éolienne tout en gardant un écartement constant entre chaque cercle. Ainsi, 11 cercles de diamètre variable ont été parcourus ainsi qu'un tour au pied de l'éolienne.

Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir 1 935 m de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.

Données collectées

Le technicien utilise un outil QGIS sur sa tablette android de terrain pour renseigner à chaque passage l'occupation du sol et les modalités de prospection à la parcelle. Chaque découverte de cadavre est enregistrée par le biais d'un formulaire standard renseigné dans une couche shapefile géolocalisée et tel que défini par le protocole national (2018) grâce à l'outil QGIS embarqué sur tablette. Les photos des cadavres produites par tablette sont associées à chaque enregistrement ainsi généré de la couche shapefile sous QGIS. En complément de ce rapport, cette couche pourra être transmise pour avoir tous les éléments de localisation et de conditions de découverte de chaque cadavre.

Détermination des cadavres

Les cadavres sont identifiés sur place par des experts ornithologues et chiroptérologues possédant une excellente connaissance de la faune locale. En cas de difficultés d'identification *in situ* (critères non visibles, traumatisme important, état de décomposition), les cadavres seront déterminés en laboratoire (loupes binoculaires), après avoir été conservés congelés. Une autorisation de transport préalable au suivi a été sollicitée auprès des services compétents.

Les ouvrages suivants sont utilisés, si nécessaire, pour appuyer les déterminations complexes :

- Dietz, C. et von Helversen, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.
- Arthur, L. et Lemaire, M. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse, Collection Parthénope. Biotope éditions, Publications scientifiques du muséum. 544 p.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- Marchesi, P., Blant, M. et Capt, S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.
- Svensson L. (2014). Le guide ornitho, le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé. 448 p.
- Brown R. et al. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.
- FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.
- FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.

Pour limiter les risques de modification comportementale des prédateurs (charognage) et éviter les doubles comptages, tous les cadavres découverts sont replacés simplement en dehors de l'aire de prospection.

2.2.3 Étude de l'activité des Grues cendrées

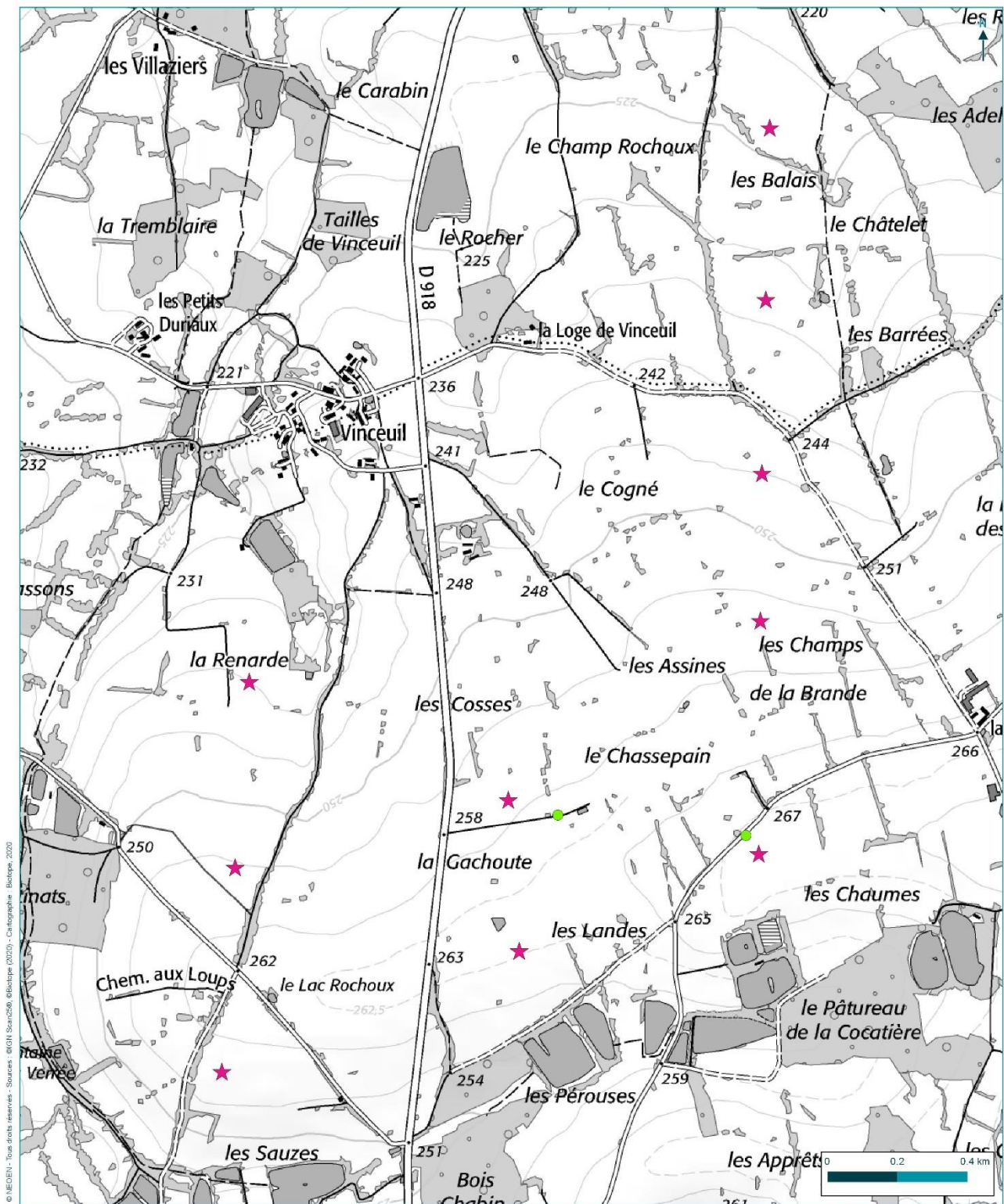
L'expertise des oiseaux ciblée sur la Grue cendrée en migration pré et postnuptiale a été menée sur le parc éolien et ses abords en période migratoire (février/mars 2019 puis octobre/novembre 2019, ainsi qu'en février 2020 puis octobre/novembre 2020).

Deux passages par période migratoire ont été effectués chacune de ces deux années. Le suivi de la migration pré et postnuptiale a été réalisé sur 2 points d'observation localisés dans et aux abords du parc éolien.

Ces points d'observation ont été définis de façon à servir de poste d'observation des mouvements migratoires et de suivi des comportements des grues, sur le site éolien et son entourage. L'aire d'étude étant principalement en contexte ouvert, les conditions d'observation ont été facilitées par un grand champ de vision autour du parc éolien.

Lors de ce suivi plusieurs informations sont notées :

- Les espèces,
- Les effectifs d'espèces
- Les hauteurs de vol
- Le comportement des individus à l'approche du parc éolien



NEOEN

Localisation des points d'observation de la Grue cendrée en période migratoire au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019 et 2020

Suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Chassepain

- ★ Emplacement des éoliennes
- Points d'observation



Carte 3 : Localisation des points d'observation de la Grue cendrée en période migratoire au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019 et 2020



1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.3 Conditions de réalisation du suivi de mortalité

2.3.1 Prospections de terrain

En 2019 :

Les dates de passages et les conditions météorologiques sont détaillées dans le tableau ci-dessous

24 passages ont été réalisés au total lors du suivi de mortalité. Il a nécessité la réalisation en parallèle de 2 tests d'efficacité de la recherche et 2 tests de la prédation sur site. Chaque test a été réalisé en été puis en automne afin de prendre en compte les modifications d'occupation du sol au cours du suivi.

Concernant le suivi spécifique de la Grue cendrée en période migratoire, 4 passages au total ont été réalisés (2 en prénuptiale et 2 en postnuptiale).

Tableau 1 : Prospections de terrain et informations météorologiques en 2019

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Suivi de mortalité (24 passages)		
1	15/05/2019	Température : 15 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 23.3 km/h. Direction du vent : NE
2	20/05/2019	Nébulosité : 98%. Température : 14.4 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 12.5 km/h. Direction du vent : O
3	27/05/2019	Nébulosité : 99%. Température : 16.4 °C. Pluie : 0.11 mm/h. Vitesse du vent : 12.4 km/h. Direction du vent : SO
4	06/06/2019	Nébulosité : 95%. Température : 15.9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 9.7 km/h. Direction du vent : S
5	10/06/2019	Nébulosité : 94%. Température : 15.1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 17 km/h. Direction du vent : O
6	19/06/2019	Nébulosité : 91%. Température : 21.4 °C. Pluie : 0.08 mm/h. Vitesse du vent : 18 km/h. Direction du vent : SO
7	26/06/2019	Température : 30 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 7.3 km/h. Direction du vent : E
8	03/07/2019	Nébulosité : 97%. Température : 21.9 °C. Pluie : 0.01 mm/h. Vitesse du vent : 18.1 km/h. Direction du vent : NE
9	10/07/2019	Température : 23.9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 8.3 km/h. Direction du vent : NE
10	16/07/2019	Température : 23.9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 7.1 km/h. Direction du vent : NE
11	25/07/2019	Température : 34.3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 10.2 km/h. Direction du vent : E
12	31/07/2019	Nébulosité : 81%. Température : 20.6 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 11.8 km/h. Direction du vent : SO
13	09/08/2019	Nébulosité : 94%. Température : 26.1 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 14.6 km/h. Direction du vent : S
14	14/08/2019	Nébulosité : 92%. Température : 20.9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 13.4 km/h. Direction du vent : SO

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
15	23/08/2019	Température : 25.3 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 9.6 km/h. Direction du vent : E
16	29/08/2019	Nébulosité : 94%. Température : 24.2 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 5.8 km/h. Direction du vent : O
17	02/09/2019	Nébulosité : 75%. Température : 19.8 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 12.6 km/h. Direction du vent : N
18	11/09/2019	Nébulosité : 100%. Température : 20.2 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 2.2 km/h. Direction du vent : SO
19	18/09/2019	Température : 18.9 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 26.3 km/h. Direction du vent : NE
20	25/09/2019	Nébulosité : 99%. Température : 16.1 °C. Pluie : 0.48 mm/h. Vitesse du vent : 23.2 km/h. Direction du vent : SO
21	02/10/2019	Nébulosité : 96%. Température : 15.8 °C. Pluie : 0.02 mm/h. Vitesse du vent : 13.6 km/h. Direction du vent : NO
22	09/10/2019	Nébulosité : 94%. Température : 15.1 °C. Pluie : 0.29 mm/h. Vitesse du vent : 28.3 km/h. Direction du vent : SO
23	17/10/2019	Nébulosité : 100%. Température : 14.8 °C. Pluie : 0.99 mm/h. Vitesse du vent : 19.9 km/h. Direction du vent : S
24	22/10/2019	Nébulosité : 100%. Température : 10.7 °C. Pluie : 0 mm/h. Vitesse du vent : 13.5 km/h. Direction du vent : NE
Tests d'efficacité (2 tests)		
Test 1	19/06/2019	Dépôt de 75 leurres
Test 2	14/08/2019	Dépôt de 60 leurres
Tests de prédation (2 tests)		
Test 1	06/06/2019	Dépôt de 90 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	29/08/2019	Dépôt de 90 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Suivi spécifique de la Grue cendrée (4 passages)		
1	26/02/2019	Beau temps ; température comprise entre 4 et 20°C ; vent faible de secteur sud/sud-ouest
2	05/03/2019	Alternance nuages et quelques éclaircies ; température comprise entre 5 et 12°C ; vent moyen à fort de secteur sud-ouest
3	25/10/2019	Beau temps ; température comprise entre 12 et 18°C ; vent faible de secteur sud/sud-ouest
4	09/11/2019	Léger brouillard en tout début de matinée puis alternance nuages et éclaircies à partir de 9h40 ; température comprise entre 4 et 8°C ; vent faible de secteur sud/sud-ouest puis s'intensifiant en fin de matinée

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

En 2020 :

Les dates de passages et les conditions météorologiques sont détaillées dans le Tableau 2 Tableau 2.

Ainsi 20 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 09 juin 2020 au 20 octobre 2020. Il a nécessité la réalisation en parallèle de 2 tests d'efficacité de la recherche et 2 tests de la prédation sur site. Chaque test a été réalisé en été puis en automne afin de prendre en compte les modifications d'occupation du sol au cours du suivi.

Concernant le suivi spécifique de la Grue cendrée en période migratoire, 4 passages au total ont été réalisés (2 en pré-nuptiale et 2 en post-nuptiale).

Tableau 2 : Prospections de terrain et informations météorologiques en 2020

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
Suivi de mortalité (20 passages)		
0	09/06/2020	Vent moyen :13,3km/h; Température moyenne:14,4°C; Nébulosité:98%
1	16/06/2020	Vent moyen :8,3km/h; Température moyenne:16,5°C; Nébulosité:94%
2	23/06/2020	Vent moyen :14,4km/h; Température moyenne:24,2°C; Nébulosité:0%
3	30/06/2020	Vent moyen :17,6km/h; Température moyenne:19,2°C; Nébulosité:97%
4	07/07/2020	Vent moyen :7,5km/h; Température moyenne:21°C; Nébulosité:88%
5	14/07/2020	Vent moyen :13,1km/h; Température moyenne:22,7°C; Nébulosité:89%
6	21/07/2020	Vent moyen :19,5km/h; Température moyenne:25,4°C; Nébulosité:94%
7	28/07/2020	Vent moyen :14,5km/h; Température moyenne:22,5°C; Nébulosité:97%
8	04/08/2020	Vent moyen :3,6km/h ; Température moyenne:20,6°C; Nébulosité:75%
9	11/08/2020	Vent moyen :4,2km/h ; Température moyenne:28,9°C; Nébulosité:86%
10	18/08/2020	Vent moyen :10,5km/h; Température moyenne:23,9°C; Nébulosité:85%
11	25/08/2020	Vent moyen :21,7km/h; Température moyenne:26°C; Nébulosité:95%
12	01/09/2020	Vent moyen :11,3km/h; Température moyenne:18,2°C; Nébulosité:85%
13	09/09/2020	Vent moyen :8,5km/h; Température moyenne:23,9°C; Nébulosité:94%
14	15/09/2020	Vent moyen :5,8km/h; Température moyenne:28,3°C; Nébulosité:0%
15	22/09/2020	Vent moyen :14,4km/h; Température moyenne:18,4°C; Nébulosité:100%

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
16	28/09/2020	Vent moyen :17,6km/h; Température moyenne:13°C; Nébulosité:100%
17	06/10/2020	Vent moyen :24,3km/h; Température moyenne:14,2°C; Nébulosité:94%
18	13/10/2020	Vent moyen :13,6km/h; Température moyenne:11,1°C; Nébulosité:100%
19	20/10/2020	Vent moyen :7,8km/h; Température moyenne:14°C; Nébulosité:100%
Tests de prédation (2 tests)		
Test 1	07/07/2020	Dépôt de 90 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	22/09/2020	Dépôt de 90 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Tests d'efficacité de recherche (2 tests)		
Test 1	22/06/2020	Dépôt de 41 leurres
Test 2	24/08/2020	Dépôt de 75 leurres
Suivi spécifique de la Grue cendrée (4 passages)		
1	21/02/2020	Alternance nuages et quelques éclaircies ; température comprise entre 2 et 10°C ; vent faible de secteur sud/sud-ouest
2	28/02/2020	Alternance nuages et quelques éclaircies, averses l'après-midi ; température comprise entre 5 et 12°C ; vent faible de secteur sud/sud-est
3	30/10/2020	Alternance nuages et quelques éclaircies ; température comprise entre 9 et 18°C ; vent faible de secteur nord-est
4	06/11/2020	Ensoleillé ; température comprise entre 5 et 20°C ; vent faible de secteur ouest/sud-ouest

Comparatif entre 2019 et 2020 :

Concernant les 2 suivis de mortalité, ils ont été menés respectivement sur une période de 160 jours en 2019, et 133 jours en 2020.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.3.2 Occupation du sol et zones prospectées

En 2019 :

Sur l'ensemble du suivi, les zones prospectées ont subi une forte évolution de l'occupation du sol (cf. tableau ci-dessous). Les éoliennes étant implantées en milieu agricole cette évolution a eu principalement lieu au printemps et été lors de la pousse des cultures qui a rendu la recherche de plus en plus difficile puis lors de la récolte en fin d'été qui a drastiquement augmenté la surface de recherche sur plusieurs éoliennes.

Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les capacités de l'observateur à détecter les cadavres. Les milieux herbacés hauts (> à 30/50 cm) et denses sont incompatibles avec les suivis. Ainsi, dès lors que la végétation correspondait à ce type d'occupation du sol, l'efficacité de recherche est considérée comme nulle et les parcelles non prospectées.

Dans le cadre de cette étude, la végétation a été une contrainte dans la recherche de cadavre. Pour certains passages, elle a réduit les surfaces à prospecter. Le pâturage bovin des prairies sous les éoliennes E07, E08 et E09 ont contraint les prospections lors de certains passages.

Ces contraintes ont été intégrées dans les modalités de calcul par 1) le coefficient correcteur de surface et 2) le coefficient d'efficacité de recherche.

Tableau 3 : Bilan de l'occupation du sol pour les neuf éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi en 2019

Milieux	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Total
Céréale	29%	22%	30%	21%				22%		13,8%
Chaume	7%	13%	9%	6%				5%	4%	4,8%
Colza					87%				75%	18%
Déchaume	20%	19%	24%	13%				15%		10,1%
Friche	5%	4%	13%	7%						3,2%
Fumier		3%	1%							0,4%
Plateforme	17%	15%	16%	18%	13%	14%	12%	15%	14%	14,9%
Prairie				22%		86%	88%	27%		24,8%
Semis		10%	7%	0%				7%		2,6%
Sol champ nu	23%	14%		13%				10%	7%	7,4%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éoliennes et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi d'un an. Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectable la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

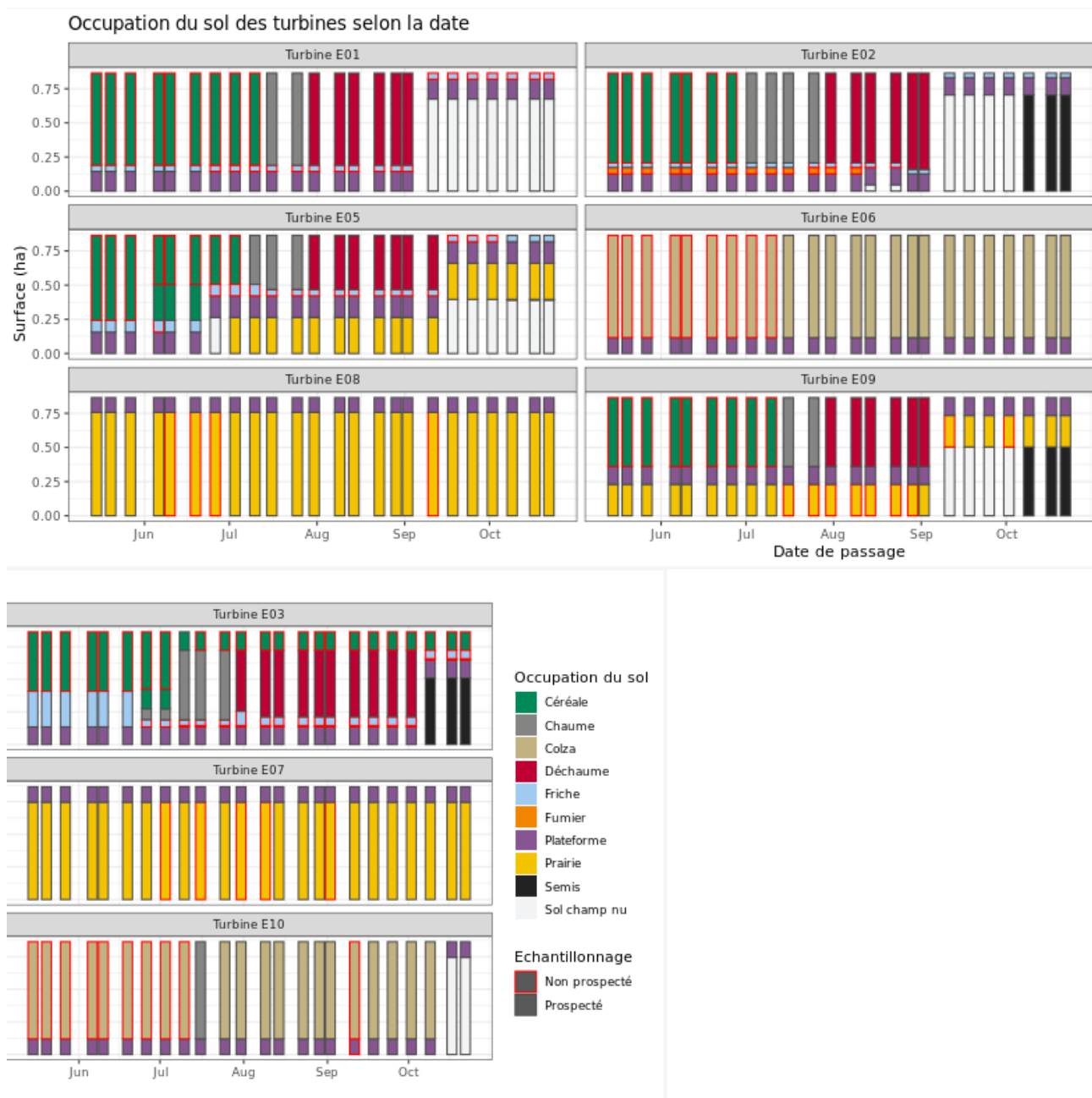


Figure 16 : Evolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi en 2019

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

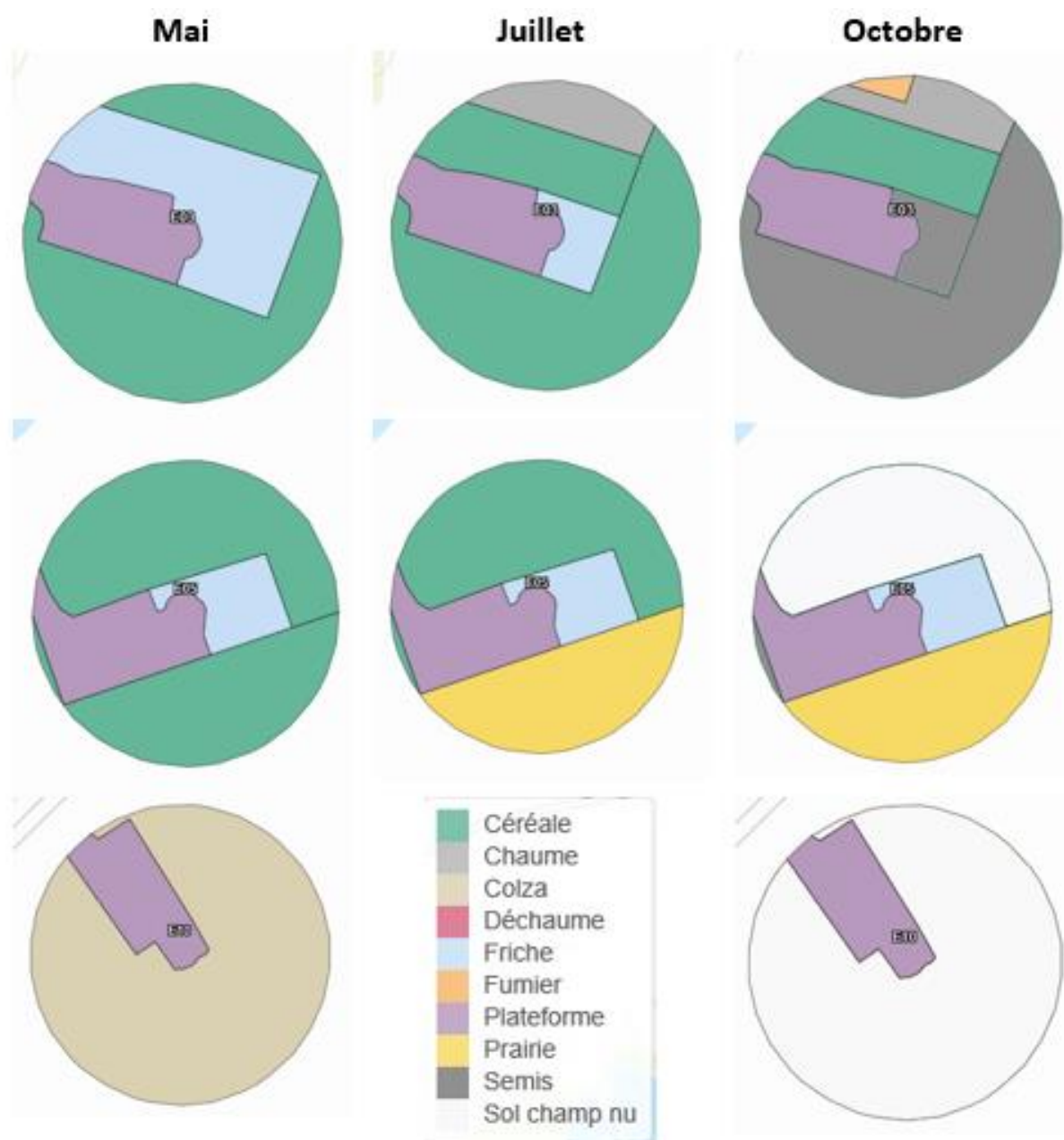


Figure 17 : Occupation du sol représentative du parc éolien de Chassepain en 2019.

En haut : Occupation du sol de l'éolienne E03. Elle est représentative du changement d'occupation du sol observé sur les éoliennes E03, E02 et E01. **Au milieu** : Occupation du sol de l'éolienne E05. Elle est représentative du changement d'occupation du sol observé sur les éoliennes E05 et E09, et dans une moindre mesure E07 et E08 (occupation du sol étant des prairies pâturées par des bovins). **En bas** : Occupation du sol de l'éolienne E10. Elle est représentative du changement d'occupation du sol observé sur les éoliennes E10 et E06.

La récolte en fin d'été aboutissant à l'augmentation importante de la surface prospectable.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

En 2020 :

Sur l'ensemble du suivi, les zones prospectées ont subi une forte évolution de l'occupation du sol (cf. Tableau 4, Figure 18 et Figure 19). Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les capacités de l'observateur à détecter les cadavres. Les milieux herbacés hauts (> à 30/40 cm) et denses sont incompatibles avec les suivis. Ainsi, dès lors que la végétation correspondait à ce type d'occupation du sol, l'efficacité de recherche a été considérée comme nulle et les parcelles non prospectées.

Dans le cadre de cette étude, la végétation a été une contrainte dans la recherche de cadavres où pour certains passages, les recherches n'ont pas pu être menées sur la totalité des surfaces à prospecter. Le pâturage bovin des prairies sous les éoliennes E08 et E09 ont contraint les inspections lors de certains passages.

L'ensemble de ces événements a été intégré dans les modalités de calcul par 1) le coefficient correcteur de surface et 2) le coefficient d'efficacité de recherche.

Tableau 4 : Bilan de l'occupation du sol pour les neuf éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi en 2020.

Milieu	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Total
Céréale			36%	4%	21%	22%			21%	11,44%
Chaume	16%		44%	4%	29%	9%			4%	11,67%
Colza	35%	26%		7%		22%				9,89%
Déchaume	20%	45%		28%	33%	35%			60%	24,56%
Friche	5%	6%	5%	5%	4%				1%	3,00%
Fumier				2%						0,22%
Labours	8%	8%		0%						1,78%
Plateforme	17%	15%	16%	18%	13%	14%	12%	15%	14%	14,89%
Prairie				31%			88%	85%		22,56%
Total général	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éolienne et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi (20 passages). Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

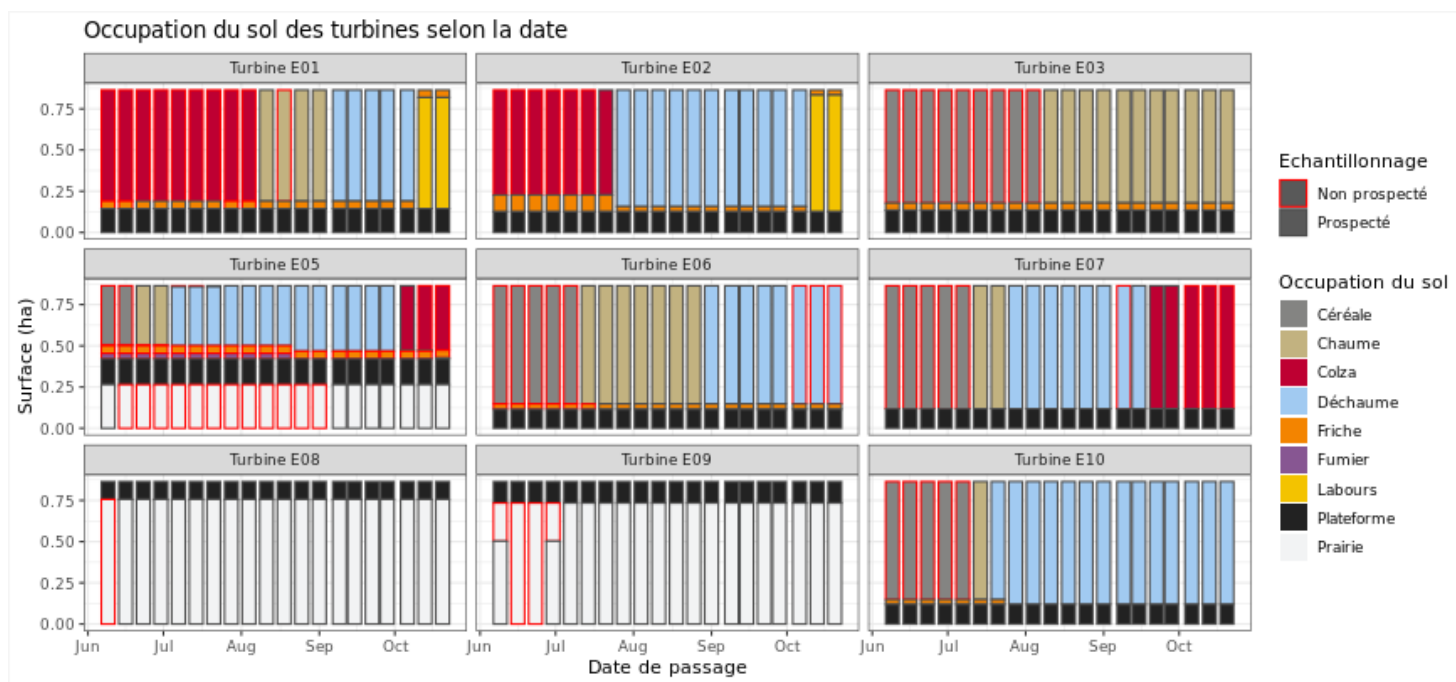


Figure 18 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

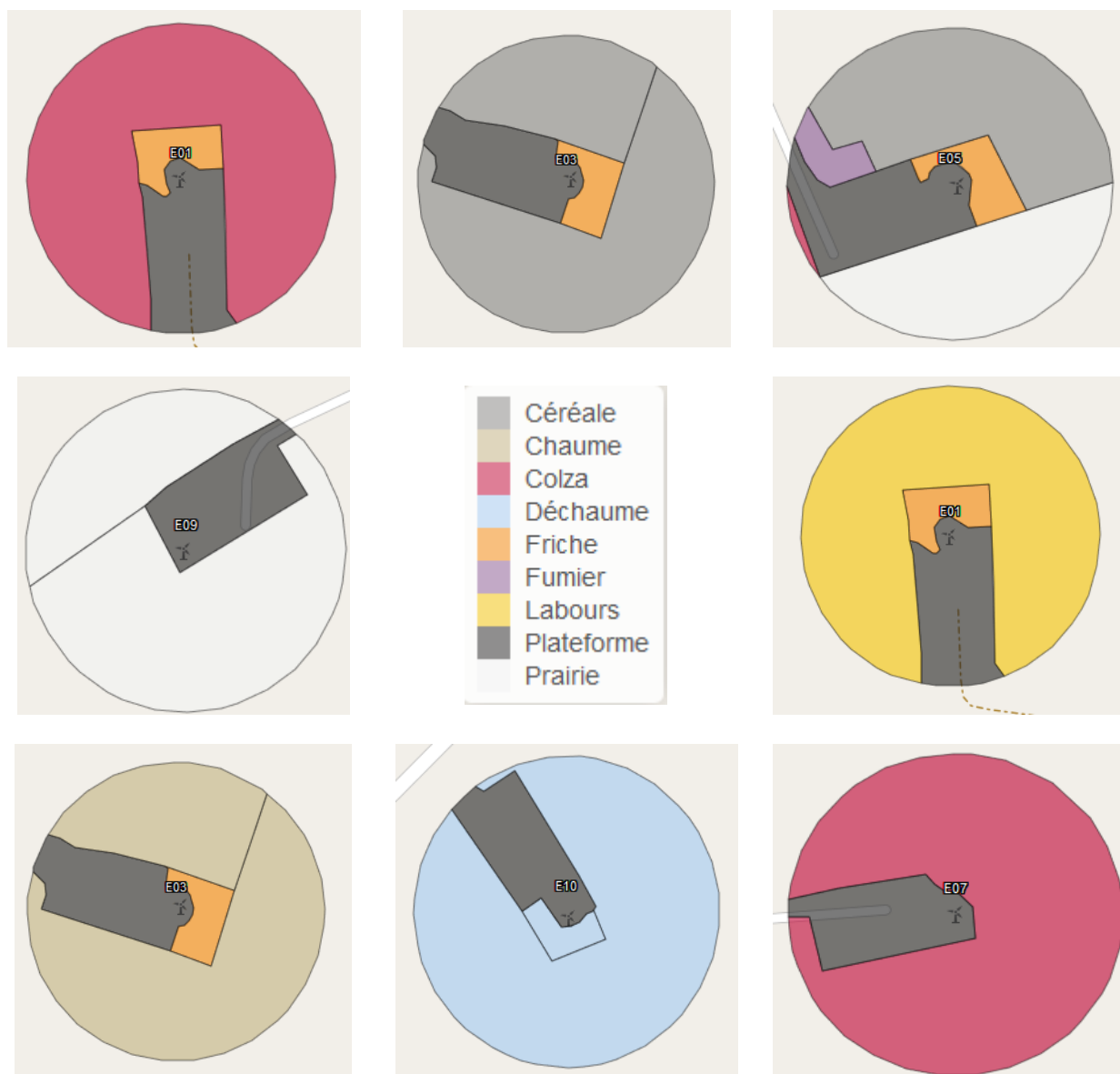


Figure 19 : Occupation du sol représentative du parc éolien de Chassepain en 2020.

De gauche à droite et de haut en bas :

- Eolienne E01 (représentative de l'occupation du sol sous les éoliennes E01 et E02), E03 (représentative de l'occupation du sol sous E03, E06, E07 et E10), E05 et E09 (représentative de l'occupation sous E08 et E09) le 09 juin 2020
- le 20 octobre 2020 (passage 20) avec E01 représentative de l'occupation sous les éoliennes E01 et E02 ; E03 ; E09 représentative de l'occupation sous E08 et E09 ; E10 représentative de l'occupation sous E06 et E10 ; et E07 représentative de l'occupation sous E05 et E07.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Comparatif entre 2019 et 2020 :

Durant ces deux années de suivi, l'évolution du sol du parc a faiblement évoluée. Les cultures occupent toujours la majeure partie des surfaces agricoles (56,7% en 2019 et 59,34% en 2020). Les parcelles pâturées occupent quasiment la même proportion d'occupation du sol (24,8% en 2019 réparties sous les éoliennes E07, E08 et E09 ; et 22,56% en 2020 réparties sous les éoliennes E08 et E09).

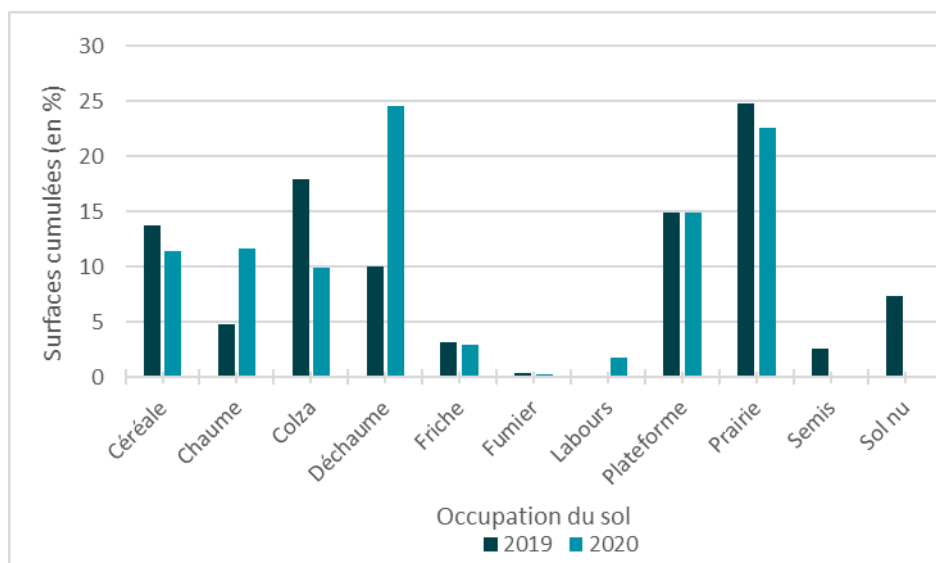


Figure 20 : Évolution du pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol entre 2019 et 2020

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.3.3 Évolution du taux de surface prospectée

En 2019 :

Du fait principalement de l'évolution de la végétation, l'ensemble des surfaces n'ont pas pu être prospectées tout au long du suivi. Ce taux de surface prospectée est variable dans le temps et différent pour chaque éolienne suivie. Le parc étant implanté en contexte agricole, la végétation évolue avec l'exploitation des cultures. C'est cette exploitation qui explique notamment une augmentation nette des surfaces prospectables en été après la période des moissons.

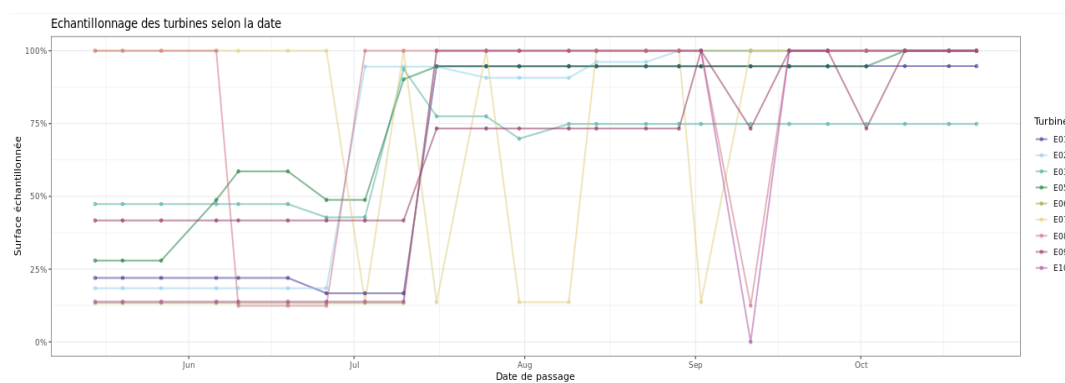


Figure 21 : Évolution du pourcentage de surface prospectée par passage en 2019.

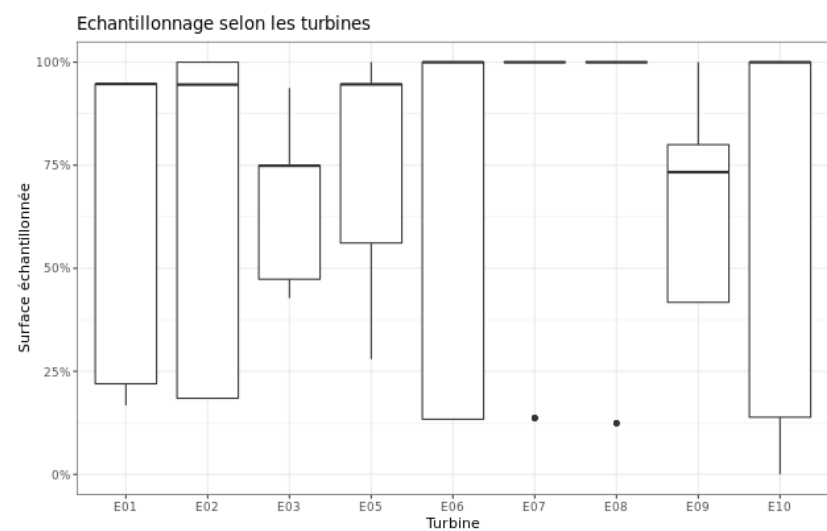


Figure 22 : Synthèse (boîte à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi en 2019 (de bas en haut : minimum, 1er quartile, médiane en gras, 3ème quartile, maximum).

En 2020 :

Du fait principalement de l'évolution de la végétation, l'ensemble des surfaces n'ont pas pu être prospectées tout au long du suivi. Ce taux de surface prospectée est variable dans le temps et différent pour chaque éolienne suivie. Le parc étant implanté en contexte agricole, la végétation

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

évolue avec l'exploitation des cultures. C'est cette exploitation qui explique notamment une augmentation nette des surfaces prospectables en été après la période des moissons.

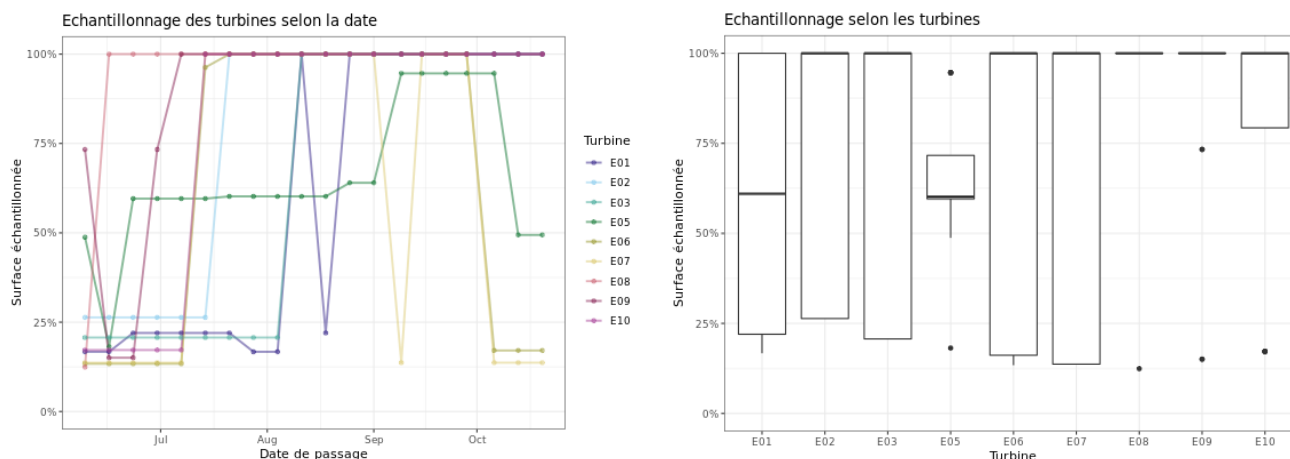


Figure 23 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi en 2020.

A gauche évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, à droite synthèse (boîte à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1er quartile, médiane en gras, 3ème quartile, maximum).

2.3.4 Réalisation des tests de prédation

Les deux tests de prédation ont été réalisés sur 14 jours sous l'ensemble des éoliennes du parc. Les tests de prédation ont été réalisés par l'opérateur en charge du suivi de mortalité. La pose (J0), a été réalisée en début de semaine en dehors du cadre habituelle d'un passage hebdomadaire « suivi de mortalité ». Les visites de contrôle sont faites à différents jours (J+1, J+2, J+4, J+7, J+10, J+14), tôt le matin, pendant deux semaines. L'opérateur a la charge de noter la présence de tous les cadavres avec identification et localisation des cadavres disparus à chaque passage dédié.

En 2019 :

90 cadavres de jeunes rats (fraîchement décongelés, catégories « Petit rats 25 – 50g ») ont été disposés de manière aléatoire (localisations générées une seule fois par SIG puis réutilisées pour chaque test) sur l'ensemble des zones de prospections (tampon de 50 m autour des éoliennes).

En 2020 :

90 cadavres de jeunes rats (fraîchement décongelés, catégories « Petit rats 25 – 50g ») ont été disposés de manière aléatoire (localisations générées une seule fois par SIG puis réutilisées pour chaque test) sur l'ensemble des zones de prospections (tampon de 50 m autour des éoliennes).

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.3.5 Réalisation des tests d'efficacité de l'observateur

Pour les secteurs prospectés, ce coefficient varie en fonction du couvert végétal (densité, hauteur) et, donc, de la période de l'année. Celui-ci a été évalué en plaçant des leurres à l'insu de l'observateur. Au minimum, 15 leurres par grand type d'habitat observé à chaque test ont été disposés aléatoirement (soit de 60 à 75 leurres disposés par test,). La pose est réalisée tôt le matin avant le lancement du suivi. Des leurres non organiques ont été déployés (pas de risques de disparition par les prédateurs). La position de chaque leurre est enregistrée au GPS. Le test se déroule pendant la réalisation du suivi de mortalité par l'observateur selon le protocole habituel des transects circulaires. L'observateur a noté et localisé les leurres retrouvés et l'opérateur en charge du test, contrôle à la fin du suivi de mortalité, le nombre de leurres découverts par catégorie d'occupation du sol testée.



Figure 24 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

En 2019 :

Tableau 5 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi en 2019 (poses cumulées des 2 tests).

Occupation du sol	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Parc ensemble
Céréale				15						15
Colza					7				8	15
Déchaume	3	3	5	1				3		15
Friche	10	5								15
Plateforme	3	2	4	5	2	4	2	5	3	30
Prairie				4		13	11	2		30
Sol champ nu			15		1	2				15
Hauteur de végétation	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Parc ensemble
0 m	3	7	19	5	2	4	2	5	3	50
2 m	3	3	1	1				3		11
5 m			4		7				8	19
8 m				15						15
10 m				4			11	2		17
15 m	10									10
18 m						13				13
Date de test	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	Parc ensemble
19/06/2019	11	6	17	17	1	15	1	5	2	75
14/08/2019	5	4	7	8	8	2	12	5	9	60
Total	16	10	24	25	9	17	13	10	11	135

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

En 2020 :

Tableau 6 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi en 2020 (poses cumulées des 2 tests).

	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Parc ensemble
Occupations du sol										
Chaume	5	0	5	0	5	0	0	0	0	15
Déchaume	0	2	0	1	0	7	0	0	5	15
Friche	3	10	8	0	5	0	0	0	4	30
Plateforme	2	4	5	4	1	3	1	6	4	30
Prairie	0	0	0	0	0	0	15	11	0	26
Hauteur de la végétation										
0	2	4	5	4	1	3	1	6	4	30
5	8	5	0	1	5	7	4	11	9	50
10	0	7	4	0	0	0	11	0	0	22
15	0	0	9	0	5	0	0	0	0	14
Date de test										
22/06/2020	0	9	7	2	0	3	11	3	6	41
24/08/2020	10	7	11	3	11	7	5	14	7	75
Total	10	16	18	5	11	10	16	17	13	116

Comparatif entre 2019 et 2020 :

Les 4 tests ont été réalisés à la même période à savoir : le premier en période printanière (les 19 juin 2019 et 22 juin 2020) et le second en période estivale (les 14 août 2019 et 24 août 2020). Lors de ces derniers, 135 et 116 leurres ont respectivement été déposés en 2019 et 2020. Des mêmes occupations du sol et hauteur de végétations (0, 5, 10 et 15 cm) ont été testées : chaume, déchaume, plateforme et prairie.

2.3.6 Limites propres à la mise en œuvre du suivi

En 2019 :

La capacité de détection des cadavres est variable entre observateurs. C'est pour cette raison que la majeure partie du suivi a été réalisée par la même personne (qui a été testée) et que son remplacement par une tierce personne n'a été que ponctuel durant le suivi (1 passage sur 24 a été effectué par un second observateur).

La présence de pâturage bovins sous les éoliennes E07, E08 et une partie de l'éolienne E09 a limité les prospections de ses dernières lorsque l'accès était difficile.

La capacité de détection est variable en fonction de la hauteur de végétation et du type d'occupation du sol. Dans le but d'obtenir des données exploitables, la mise en place des tests s'est faite de manière à pouvoir bénéficier d'un maximum de cas de figure rencontrés par l'opérateur en charge du suivi. Au total, avec les deux tests réalisés, ce sont 7 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 7 hauteurs différentes de végétation.

En 2020 :

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

La capacité de détection des cadavres est variable entre observateurs. C'est pour cette raison que la majeure partie du suivi a été réalisée par la même personne (qui a été testée) et que son remplacement par une tierce personne n'a été que ponctuel durant le suivi (4 / 20 passages réalisés).

La présence de pâturage bovins sous les éoliennes E08 et E09 a limité les prospections de ses dernières lorsque l'accès était difficile.

La capacité de détection est variable en fonction de la hauteur de végétation et du type d'occupation du sol. Dans le but d'obtenir des données exploitables, la mise en place des tests s'est faite de manière à pouvoir bénéficier d'un maximum de cas de figure rencontrés par l'opérateur en charge du suivi. Au total, avec les deux tests réalisés, ce sont 5 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 4 hauteurs différentes de végétation.

En 2020, le nombre de passage ont été réduit à 20 passages au lieu de 24, ceci restant conforme au protocole de suivi de la mortalité. Afin de ne pas avoir de coupure de plus d'une semaine entre chaque passage, le suivi a démarré plus tardivement. La période printanière n'a pu être couverte en 2020, pouvant induire une sous-estimation de la mortalité. A l'automne, l'activité des chauves-souris et des oiseaux peut continuer après le suivi. Les conditions météorologiques restent favorables. En 2020, des oiseaux et une chauve-souris ont été observés lors de la dernière semaine de suivi. La mortalité peut continuer sur les semaines suivant sur fin octobre et le mois de novembre.

2.4 Équipe de travail

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette étude

Tableau 7 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Agents de Biotope
Contrôle qualité	Ludivine DOYEN / Michael GUILLON
Chef de projet Responsable et rédaction du projet Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (suivi mortalité et suivi grues)	Julien TRANCHARD
Technicien suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (suivi mortalité et suivi grues)	Sophie LAURENT
Expert Ornithologue Récolte des données avifaune (suivi grues)	Franck LETERME
Technicien suivi de mortalité Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères (suivi mortalité)	Charlotte ROUSSEAU

2

Synthèse et analyse des résultats

2 Synthèse et analyse des résultats

1 Étude de l'activité de l'avifaune

Afin d'être en conformité avec l'arrêté autorisant l'exploitation du parc éolien de Chassepain, un suivi de la migration des Grues cendrées a été menée sur l'année 2019.

Extrait de l'arrêté accordant l'installation du parc éolien de Chassepain

Article 9 - Mesures spécifiques liées à la protection de l'avifaune et des chiroptères

L'exploitant met en place à ses frais un suivi environnemental sur 5 ans permettant de discriminer la mortalité des chiroptères et de l'avifaune imputable à la présence des aérogénérateurs. Ce contrôle initial est effectué indépendamment des contrôles ultérieurs que l'inspection des installations classées pourra demander. Le suivi environnemental est confié à une personne ou un organisme indépendant. Le suivi inclut a minima les période de migration des grues cendrées. Il fait l'objet chaque année d'un rapport proposant les mesures à prendre en cas de mortalité élevée avérée, imputable à l'installation. Ce rapport est transmis à l'inspection des installations classées. L'exploitant engage sous un délai maximum de 6 mois les mesures préconisées dans le rapport de suivi environnemental de mortalité des chiroptères et de l'avifaune.

1.1 Contexte migratoire de la Grue cendrée

Dans l'Indre, aucun élément géographique important canalise les oiseaux et ne forme de couloir de migration majeur. En revanche, certaines espèces comme la Grue cendrée migrent selon un schéma assez bien établi chaque année.

Deux passages migratoires ont lieu chaque année : l'un au printemps et l'autre à l'automne.

En migration postnuptiale :

« Après la période de reproduction sonne l'heure du rassemblement. Des milliers de grues se donnent alors rendez-vous sur différents sites scandinaves comme les lacs d'Hornborga ou Kvismaren en Suède, puis allemands comme l'île de Rügen ou le site du Diepholzer. Ce sont des dizaines de milliers d'individus qui se préparent à prendre le départ pour la France et l'Espagne.

● **Source :**
<https://champagne-ardenne.lpo.fr>

La migration débute en général autour de la mi-octobre. Différentes vagues de migrations plus ou moins importantes vont se succéder jusqu'à la fin novembre. Des mouvements plus tardifs peuvent être observés au cœur de l'hiver. Il s'agit alors d'oiseaux chassés par des vagues de froid qui les empêche de s'alimenter correctement. La grue migre aussi bien de jour que de nuit. On parle alors de fuites climatiques. Les départs en migration ont souvent lieu dans la matinée.

La France est un important pays d'accueil non seulement pour les migratrices en halte mais aussi pour les hivernantes. Les principaux sites fréquentés par les grues sont la Lorraine (Meuse, Meurthe-et-Moselle, Moselle) et la Champagne humide (Lac du Der et étangs périphériques, Lacs de la Forêt d'Orient) pour le nord-est de la France, le grand centre de la France (Cher, Nièvre, Indre, Allier), la Gironde (Captieux) et les Landes (Arjuzanx) pour le sud-ouest. Ces sites se situent directement sur l'axe principale de migration. Des sites en dehors de cet axe sont aussi fréquentés comme la Baie de l'Aiguillon ou la réserve de Saint-Denis-du-Payré en Vendée, le Lac de Puydarrieux dans les Hautes-Pyrénées ou bien la Camargue gardoise.

Plus à l'est de l'Europe, d'autres voies migratoires existent. L'une d'entre elle mène les grues de la Finlande à la Tunisie et à l'Algérie en passant par la grande plaine hongroise (Hortobagy). »

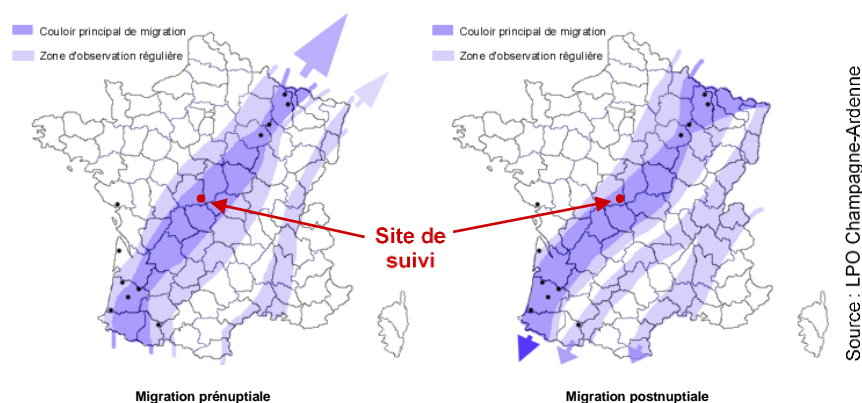
2 Synthèse et analyse des résultats

En migration prénuptiale :

« La migration de printemps est précoce. Les grues qui ont passé l'hiver en Champagne quittent les sites progressivement, le plus souvent dès la fin janvier. Les grues en provenance d'Aquitaine migrent autour du 25 février. Puis c'est au tour des grues d'Espagne dont le pic de migration se situe le plus souvent autour du 1^{er} mars. La migration est rapide sauf si les conditions de migration se dégradent (fort vent de nord-est, pluie...). Les adultes n'ont en effet qu'une idée en tête, rejoindre les sites de reproduction le plus rapidement possible, pour prendre les meilleures places et commencer à nicher tôt. En effet, dès la fin de l'été, les jeunes doivent pouvoir suivre les adultes pour leur premier voyage. Lors de la migration de printemps, les adultes sèment leurs jeunes qu'ils ont eu l'année d'avant et avec lesquels ils ont voyagé durant l'automne. »

Arrivées en Suède, les grues se rassemblent notamment sur le site d'Hornborga, puis les couples se répartissent sur de vastes zones afin de commencer la nidification, but ultime de leur long voyage qui aura duré plus de 6 mois. »

● **Source :**
<https://champagne-ardenne.lpo.fr>



Carte 4 : Carte de localisation des couloirs de migration des Grues cendrées en France

Au niveau du département de l'Indre, on remarque que celui-ci est traversé sur sa partie est/sud-est par le couloir principal de migration des grues. Il reste néanmoins possible d'observer des grues sur l'ensemble de l'Indre aussi bien en migration pré que postnuptiale.

Le parc éolien de Chassepain est localisé au sein de ce large couloir principal de migration.

1.2 Sensibilité de la Grue cendrée aux parcs éoliens

Plus de 300 000 oiseaux traversent la France deux fois par an mais aucun cadavre de grue n'a été répertorié à ce jour en France (Marx, 2017) alors que les collisions avec les lignes électriques ou la circulation routière existent. De même, seuls 25 cadavres ont été recensés sous des éoliennes en Europe (Dürr, 2020). Mais 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 et du faible nombre de rapports de suivis de mortalité disponibles (Gaultier et al., 2019).

En revanche, les Grues cendrées 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).

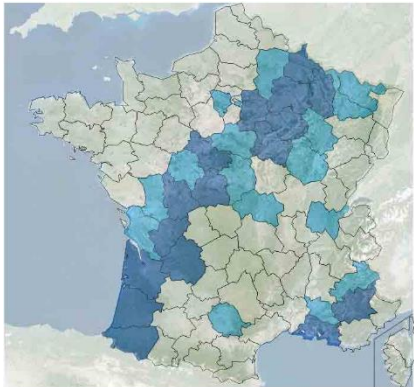
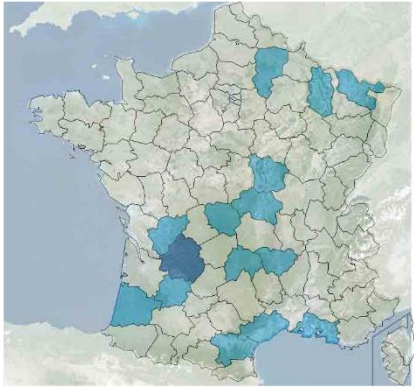
2 Synthèse et analyse des résultats

1.3 Résultats du suivi en 2019

1.3.1 Observations en migration prénuptiale

À l'issue des prospections réalisées en période de migration prénuptiale, seul un groupe de 10 grues en migration active a été observé lors des deux journées de suivi. Cet effectif est très faible au regard de la localisation du parc éolien de Chassepain. Toutefois, étant sur un large front de migration de cette espèce, il est possible que d'autres secteurs aient été empruntés pour la migration printanière lors de ces deux journées d'observation.

Tableau 8 : Synthèse des observations réalisées au niveau du parc éolien de Chassepain lors de la migration des Grues cendrées en période de migration prénuptiale 2019

Date de passage	Observations au niveau du parc de Chassepain	Observation en France (d'après le site internet dédié à la Grue cendrée de la LPO Champagne-Ardenne)	Remarques
26/02/2019	Un groupe de 10 individus	 <p>« Encore une intense journée de migration pour les grues. En Hesse, 6 300 grues sont comptabilisées. »</p>	<p>On constate que l'axe de migration lors de cette journée de migration intense est localisé plus au nord par rapport au parc de Chassepain.</p> <p>Il est donc normal que le nombre de grues observées au niveau de ce parc soit faible.</p>
05/03/2019	Aucun groupe observé	 <p>« La migration est comme la veille faible et dispersée. »</p>	<p>On constate que la migration est faible en France pour les grues lors de cette journée.</p> <p>Il en est de-même au sein du parc éolien de Chassepain.</p>

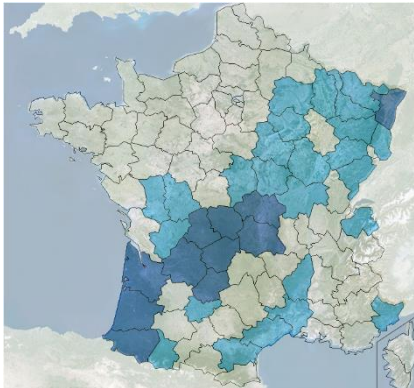

2 Synthèse et analyse des résultats

1.3.2 Observations en migration postnuptiale

À l'issue des prospections réalisées en période de migration postnuptiale, de nombreux groupes de grues en migration active ont été observés notamment lors de la seconde journée de suivi. Les mauvaises conditions météorologiques de la fin octobre début novembre sur la France ont entraîné un arrêt de la migration des grues sur le pays entraînant une augmentation des effectifs de grues, venant d'Allemagne, au niveau du lac du Der. Les effectifs ont atteint le 3 novembre 2019 plus de 268 100 grues. La reprise de la migration a eu lieu le 8 novembre 2019.

Ainsi, au niveau du parc éolien de Chassepain, les observations sont importantes lors du passage de novembre et plus faibles pour le passage d'octobre. Au total, lors de ce suivi, 2 782 grues ont été observées.

Tableau 9 : Synthèse des observations réalisées au niveau du parc éolien de Chassepain lors de la migration des Grues cendrées en période de migration postnuptiale 2019

Date de passage	Observations au niveau du parc de Chassepain	Observation en France (d'après le site internet dédié à la Grue cendrée de la LPO Champagne-Ardenne)	Remarques
25/10/2019	3 groupes observés pour un total de 214 grues vues	 <p>« Une importante journée de migration. Les vols sont particulièrement nombreux sur l'Auvergne, le Limousin (près de 10 000 grues au-dessus de Flavignac, autour de 15 000 pour l'ensemble de la région) et l'ouest de l'Aquitaine. Plus de 5 000 grues sont comptabilisées en migration en Hesse (Allemagne). »</p>	<p>On constate que l'axe de migration lors de cette importante journée de migration est localisé plus au sud par rapport au parc de Chassepain.</p> <p>Il est donc normal que le nombre de grues observées au niveau de ce parc soit moins élevé.</p>
09/11/2019	45 groupes observés pour un total de 2 568 grues vues		<p>On constate que la migration des grues est très importante en France notamment sur sa partie sud-ouest.</p> <p>Il en est de-même au sein du parc éolien de Chassepain où les observations sont régulières entre 9h45 et 16h.</p>

2 Synthèse et analyse des résultats

Date de passage	Observations au niveau du parc de Chassepain	Observation en France (d'après le site internet dédié à la Grue cendrée de la LPO Champagne-Ardenne)	Remarques
		 <p>« Encore une grosse journée de migration, mais elle concerne plus le sud-ouest de la France. Les grues parties du lac du Der arrivent dans le sud-ouest et sont bloquées pour beaucoup au niveau de Pyrénées par le mauvais temps. Dans le même temps, 1 400 grues arrivent depuis la Hesse. »</p>	

1.3.3 Hauteurs de vol des grues

On constate que plus de 80 % des effectifs de grues passent en vol en dehors de la zone de rotation des pales, c'est-à-dire à plus de 150 mètres de haut.

Les grues observées à hauteur de pale d'éoliennes (100 à 150 m de hauteur) concernent exclusivement des individus observés en novembre 2019. Ces groupes de grues semblaient reprendre leur migration de la veille après une halte migratoire pour passer la nuit.

On notera enfin que l'ensemble du parc est survolé par la Grue cendrée.

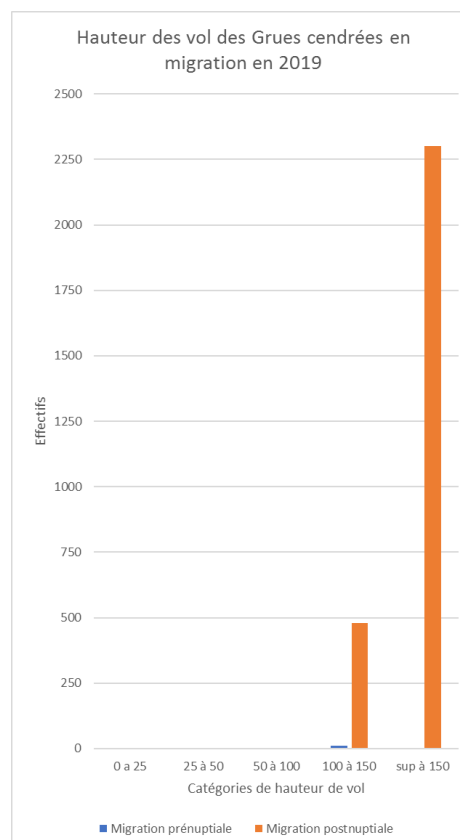


Figure 25 : Hauteur de vol des Grues cendrées en migration en 2019 sur ou aux abords du parc éolien de Chassepain

2 Synthèse et analyse des résultats

1.3.4 Comportements à l'approche du parc

La plupart des individus de grues observés ne présentent pas de modification de comportement remarquable à l'approche des éoliennes (aucune réaction vive).

Pour la plupart des individus, le survol du parc ou de ses abords se fait à des hauteurs supérieures aux pâles. Il est possible que les grues aient anticipé le passage de ce parc en prenant de l'altitude en amont de celui-ci ou aient, pour certaines d'entre elles, contourné le parc.

On notera également que pour les grues passant à hauteur des pâles sur le parc, celles-ci « slaloment » entre les éoliennes pour le franchir et/ou utilisent les espacements entre les éoliennes pour continuer leur migration.

On notera enfin qu'aucun comportement de panique (explosion des groupes, cris...), de demi-tour, de plongeon ou de collision n'a été observé.

1.3.5 Haltes migratoires

Lors du suivi réalisé en 2019, aucune halte migratoire de Grues cendrées n'est à noter sur et aux abords du parc éolien de Chassepain.

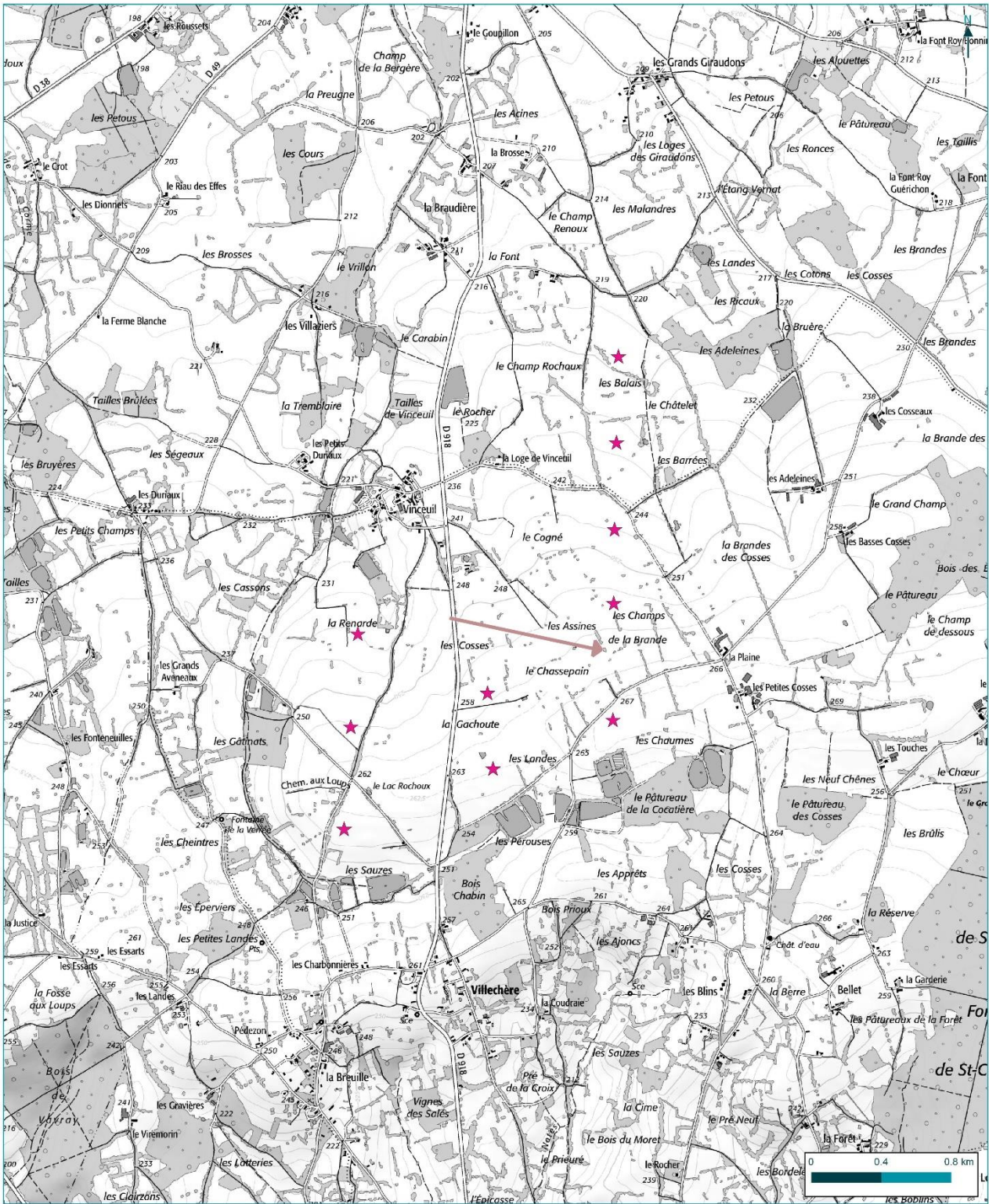
1.4 Synthèse et analyse de l'expertise « grue » en période migratoire sur l'année 2019

D'après la bibliographie, Plus de 300 000 grues traversent la France deux fois par an mais aucun cadavre de cette espèce n'a été répertorié à ce jour en France (Marx, 2017) alors que les collisions avec les lignes électriques ou la circulation routière existent. De même, seuls 25 cadavres ont été recensés sous des éoliennes en Europe (Dürr, 2020). Mais 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 et du faible nombre de rapports de suivis de mortalité disponibles (Gaultier et al., 2019).

En revanche, les Grues cendrées 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).

Au niveau du parc éolien de Chassepain, très peu de Grues cendrées ont été observées lors des deux journées de suivi en migration pré-nuptiale (10 grues au total). En revanche, lors de la migration post-nuptiale, les effectifs observés lors des deux jours de suivi étaient plus conséquents (2 782 grues au total).

On constate sur ce parc que plus de 80 % des effectifs de grues passent en vol en dehors de la zone de rotation des pales, c'est-à-dire à plus de 150 mètres de haut. Si les grues passent au niveau du parc elles « slaloment » entre les éoliennes et/ou utilisent les espacements entre les éoliennes pour continuer leur migration. Aucune halte migratoire n'est à noter pour cette espèce sur ou aux abords immédiats du parc.



NEOEN

Grues cendrées en migration prénuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019

Suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Chassepain

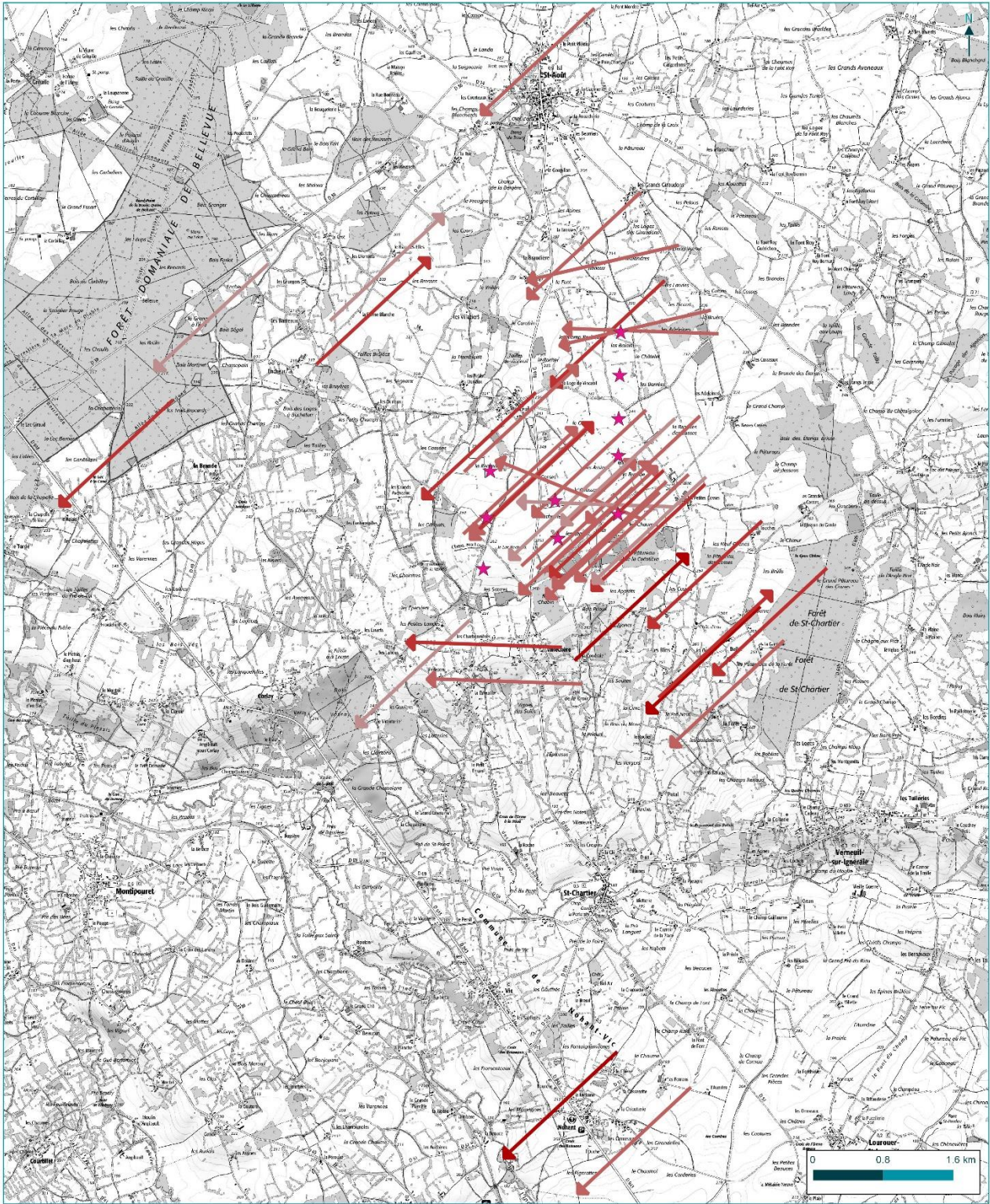
★ Emplacement des éoliennes

Effectifs de Grue cendrée

1 à 10 individus



Carte 5 : Grues cendrées en migration prénuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019



© NEOEN - Tous droits réservés - Sources : OIGN Scan2Go, Biotopie (2019) - Cartographie : Biotopie, 2020

NEOEN

Grues cendrées en migration postnuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019

Suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Chassepain

★ Emplacement des éoliennes

Effectifs de Grue cendrée

- 1 à 10 individus
- 11 à 50 individus
- 51 à 100 individus
- Plus de 100 individus



Carte 6 : Grues cendrées en migration postnuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019





2 Synthèse et analyse des résultats

1.5 Résultats du suivi en 2020

1.5.1 Observations en migration prénuptiale

À l'issue des prospections réalisées en période de migration postnuptiale, de nombreux groupes de grues en migration active ont été observés notamment lors de la première journée de suivi. Cet effectif est faible au regard de la localisation du parc éolien de Chassepain. Toutefois, étant sur un large front de migration de cette espèce, il est possible que d'autres secteurs aient été empruntés pour la migration printanière lors de ces deux journées d'observation.

Tableau 10 : Synthèse des observations réalisées au niveau du parc éolien de Chassepain lors de la migration des Grues cendrées en période de migration prénuptiale 2020

Date de passage	Observations au niveau du parc de Chassepain	Observation en France (d'après le site internet dédié à la Grue cendrée de la LPO Champagne-Ardenne)	Remarques
21/02/2020	Sept groupes observés pour un total de 349 grues vues	 <p>« Des grues en migration sont notées sur toute la diagonale traditionnelle entre le sud-ouest et le nord-est. Le beau temps présent sur une grande partie du pays incite la migration. »</p>	<p>On constate que l'axe de migration lors de cette journée de migration est localisé plus au sud par rapport au parc de Chassepain.</p> <p>Il est donc normal que le nombre de grues observées au niveau de ce parc soit moins élevé.</p>
28/02/2020	Deux groupes observés pour un total de 17 grues vues		<p>On constate que l'axe de migration lors de cette journée de migration intense est localisé dans la partie nord-est et sud de la France.</p> <p>Il est donc normal que le nombre de grues observées au niveau du parc de Chassepain soit faible.</p>

2 Synthèse et analyse des résultats


		 <p>« Les conditions météorologiques s'améliorent dans le nord-est du pays, la migration reprend. De nombreux départements sont survolés, aussi bien sur l'axe sud-ouest → nord-est que le long du couloir rhodanien. Dans la matinée, plus de 400 grues s'alimentent à la Ferme aux Grues. »</p>	
--	--	--	--

1.5.2 Observations en migration postnuptiale




À l'issue des prospections réalisées en période de migration postnuptiale, de nombreux groupes de grues en migration active ont été observés notamment lors de la seconde journée de suivi. Les mauvaises conditions météorologiques et notamment les vents forts en direction du nord-est de la fin octobre sur la France ont entraîné un arrêt de la migration des grues sur le pays entraînant une augmentation des effectifs de grues, venant d'Allemagne, au niveau du lac du Der.

Ainsi, au niveau du parc éolien de Chassepain, les observations sont importantes lors du passage de novembre et plus faibles pour le passage d'octobre. Au total, lors de ce suivi, 1 460 grues ont été observées.

Tableau 11 : Synthèse des observations réalisées au niveau du parc éolien de Chassepain lors de la migration des Grues cendrées en période de migration postnuptiale 2020

Date de passage	Observations au niveau du parc de Chassepain	Observation en France (d'après le site internet dédié à la Grue cendrée de la LPO Champagne-Ardenne)	Remarques
30/10/2020	3 groupes observés pour un total de 31 grues vues	 <p>Département ayant enregistré plus de 10 observations Département ayant enregistré moins de 10 observations</p>	<p>On constate que la migration est faible en France pour les grues lors de cette journée.</p> <p>Il en est de-même au sein du parc éolien de Chassepain.</p>

2 Synthèse et analyse des résultats

Date de passage	Observations au niveau du parc de Chassepain	Observation en France (d'après le site internet dédié à la Grue cendrée de la LPO Champagne-Ardenne)	Remarques
		 <p>« Deux routes de migration sont observées ce jour : une vers le sud-ouest et l'autre le long du couloir rhodanien. »</p>	
06/11/2020	29 groupes observés pour un total de 1 429 grues vues	  <p>« Encore une très grosse journée de migration. Les vols sont particulièrement nombreux de l'Yonne aux Pyrénées Atlantiques. Plus de 10 000 grues sont comptées à Arjuzanx. De nouvelles arrivées en provenance de l'Allemagne sont attendues, 40 840 grues sont dénombrées en Hesse. »</p>	<p>On constate que la migration des grues est très importante en France notamment sur l'axe nord-est → sud-ouest.</p> <p>Il en est de-même au sein du parc éolien de Chassepain où les observations sont régulières entre 9h55 et 16h10.</p>

2 Synthèse et analyse des résultats

1.5.3 Hauteurs de vol des grues

On constate qu'environ 80 % des effectifs de grues passent en vol en dehors de la zone de rotation des pales, c'est-à-dire à plus de 150 mètres de haut.

Les grues observées à hauteur de pale d'éoliennes (100 à 150 m de hauteur) concernent exclusivement des individus observés en novembre 2020. Ces groupes de grues semblaient reprendre leur migration de la veille après une halte migratoire pour passer la nuit.

On notera enfin que l'ensemble du parc est survolé par la Grue cendrée.

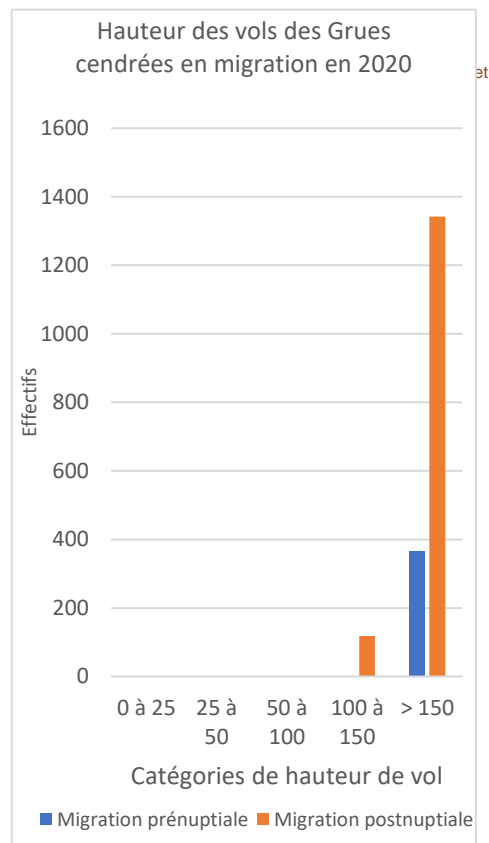


Figure 26 : Hauteur de vol des Grues cendrées en migration en 2020 sur ou aux abords du parc éolien de Chassepain

1.5.4 Comportements à l'approche du parc

La plupart des individus de grues observés ne présentent pas de modification de comportement remarquable à l'approche des éoliennes (aucune réaction vive).

Pour la plupart des individus, le survol du parc ou de ses abords se fait à des hauteurs supérieures aux pâles. Il est possible que les grues aient anticipé le passage de ce parc en prenant de l'altitude en amont de celui-ci ou aient, pour certaines d'entre elles, contourné le parc.

On notera également que pour les grues passant à hauteur des pâles sur le parc, celles-ci « slaloment » entre les éoliennes pour le franchir et/ou utilisent les espacements entre les éoliennes pour continuer leur migration.

On notera enfin qu'aucun comportement de panique (explosion des groupes, cris...), de demi-tour, de plongeon ou de collision n'a été observé.

1.5.5 Haltes migratoires

Lors du suivi réalisé en 2020, aucune halte migratoire de Grues cendrées n'est à noter sur et aux abords du parc éolien de Chassepain.

2 Synthèse et analyse des résultats

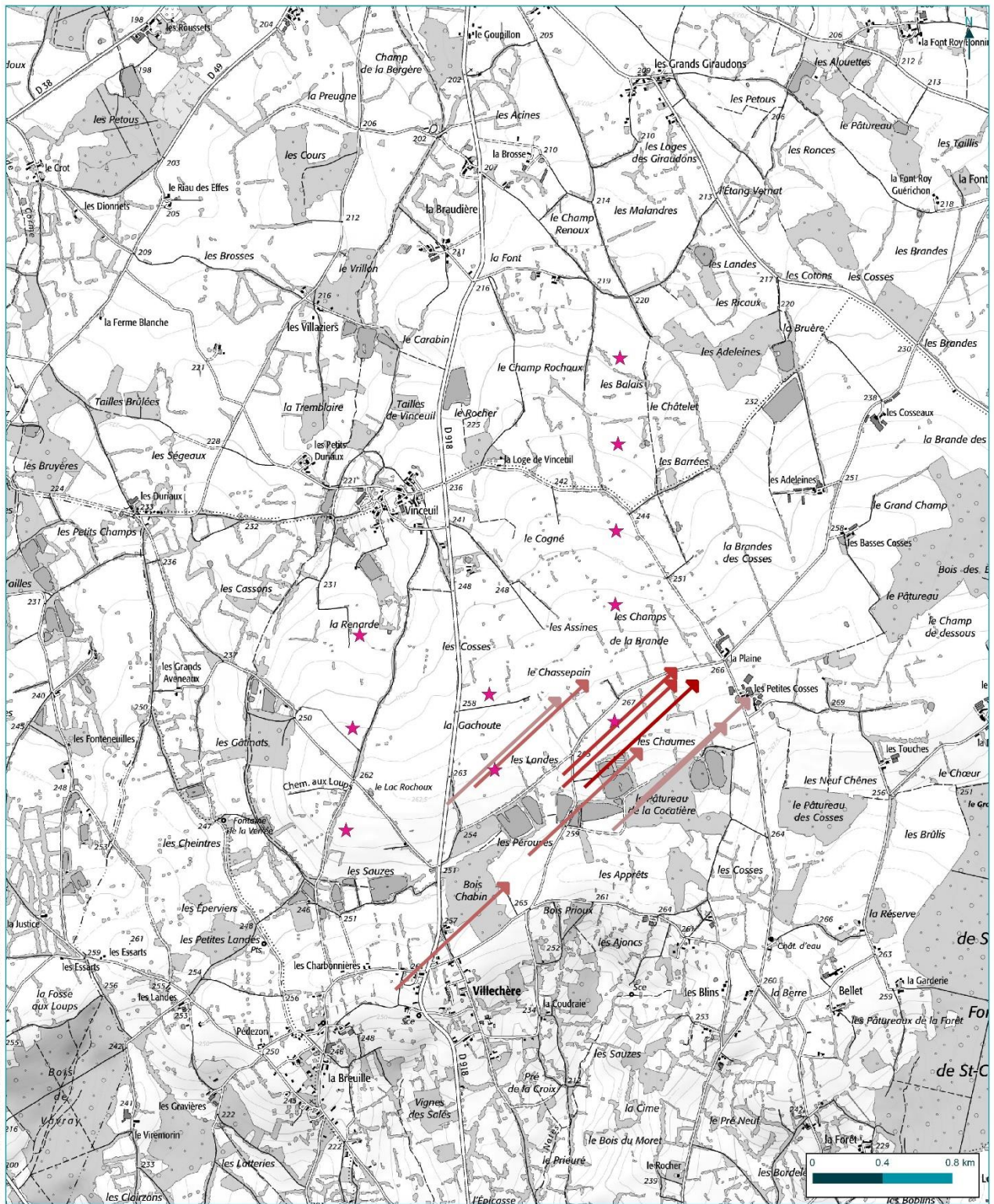
1.6 Synthèse et analyse de l'expertise « grue » en période migratoire sur l'année 2020

D'après la bibliographie, Plus de 300 000 grues traversent la France deux fois par an mais aucun cadavre de cette espèce n'a été répertorié à ce jour en France (Marx, 2017) alors que les collisions avec les lignes électriques ou la circulation routière existent. De même, seuls 25 cadavres ont été recensés sous des éoliennes en Europe (Dürr, 2020). Mais 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 et du faible nombre de rapports de suivis de mortalité disponibles (Gaultier et al., 2019).

En revanche, les Grues cendrées 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).

Au niveau du parc éolien de Chassepain, très peu de Grues cendrées ont été observées lors des deux journées de suivi en migration pré-nuptiale (366 grues au total). En revanche, lors de la migration post-nuptiale, les effectifs observés lors des deux jours de suivi étaient plus conséquents (1 460 grues au total).

On constate sur ce parc qu'environ 80 % des effectifs de grues passent en vol en dehors de la zone de rotation des pales, c'est-à-dire à plus de 150 mètres de haut en 2020 (effectif relativement similaire que lors du suivi réalisé en 2019). Si les grues passent au niveau du parc elles « slaloment » entre les éoliennes et/ou utilisent les espacements entre les éoliennes pour continuer leur migration. Aucune halte migratoire n'est à noter pour cette espèce sur ou aux abords immédiats du parc.



NEOEN

Grues cendrées en migration prénuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2020

Suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Chassepain

★ Emplacement des éoliennes

Effectifs de Grue cendrée

- 1 à 10 individus
- 11 à 50 individus
- 51 à 100 individus
- Plus de 100 individus



Carte 7 : Grues cendrées en migration prénuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2020



NEOEN

Grues cendrées en migration postnuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2020

Suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Chassepain

★ Emplacement des éoliennes

Effectifs de Grue cendrée

- 1 à 10 individus
- 11 à 50 individus
- 51 à 100 individus
- Plus de 100 individus



Carte 8 : Grues cendrées en migration postnuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2020



2 Synthèse et analyse des résultats

2 Résultats du suivi de mortalité

2.1 Résultats bruts

2.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts

En 2019 :

● Cf. *Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.*

Au total, 29 cadavres ont été trouvés lors du suivi du parc éolien de Chassepain, dont 12 oiseaux (7 espèces) et 17 chauves-souris (7 espèces). Les chiroptères et les oiseaux ont été trouvés de sur toute la durée du suivi, avec une concentration plus importante entre la mi-août et la mi-septembre.

Les oiseaux observés sont l'Hirondelle de fenêtres (2 individus), l'Épervier d'Europe (2 individus), le Pigeon ramier (2 individus), la Buse variable (2 individus), le Roitelet à triple bandeau (2 individus), la Linotte mélodieuse (1 individu) et le Martinet noir (1 individu).

Les espèces de chauve-souris trouvées appartiennent majoritairement au groupe des Pipistrelles (Pipistrelle commune (7), Pipistrelle de Kuhl (2), Pipistrelle de Nathusius (2), Pipistrelle pygmée (1), groupe Pipistrelle commune/pygmée (1)), ainsi qu'au groupe des Noctules (Noctule commune (2), Noctule de Leisler (2)).

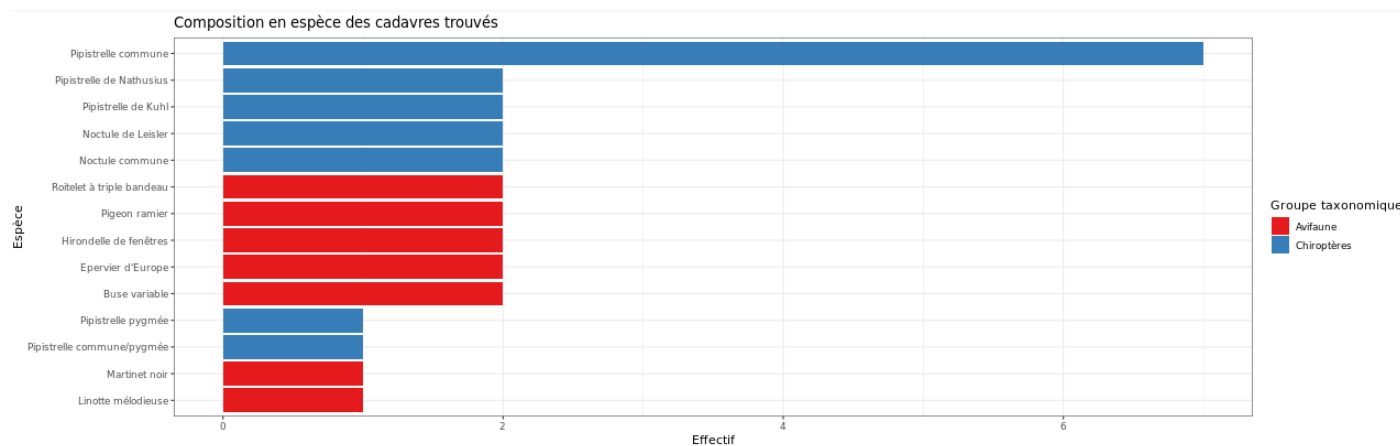


Figure 27 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observé sur le parc éolien de Chassepain en 2019

2 Synthèse et analyse des résultats



Figure 28 : Extrait des photographies des cadavres découverts en 2019.

De gauche à droite et de haut en bas : Linotte mélodieuse, Hirondelle de fenêtres, Épervier d'Europe, Pigeon ramier, Buse variable, Martinet noir, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle pygmée, Pipistrelle commune/pygmée, Noctule commune et Noctule de Leisler.

Les cadavres d'oiseaux ont été observés sur la totalité de la période, de mai à octobre.

L'ensemble des individus découverts sont morts par barotraumatisme ou/et par collision avec les pâles soit 100% des individus dont la mort est imputable aux éoliennes.

Les cadavres de chiroptères ont été retrouvés sur deux périodes principalement : fin juin à mi-juillet, et mi-août à fin septembre. Ces périodes correspondent à la période de sortie des gîtes d'hibernation et à la période de reproduction avant hibernation. A ces périodes les individus sont

2 Synthèse et analyse des résultats

plus mobiles et actifs et certaines espèces migrent sur de grandes distances telles que les Noctules de Leisler.

La majorité des oiseaux montrent des signes de collision avec l'éolienne telles que des fractures à l'exception des Roitelets à triple bandeau et de la Linotte mélodieuse qui, ne présentant pas de signe apparent de collision. Elles ont certainement été victime de barotraumatisme.

À l'inverse les chiroptères présentent plutôt des signes de mort par barotraumatisme. Seules une Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle commune/pygmée montrent des signes de collision directe avec l'éolienne.

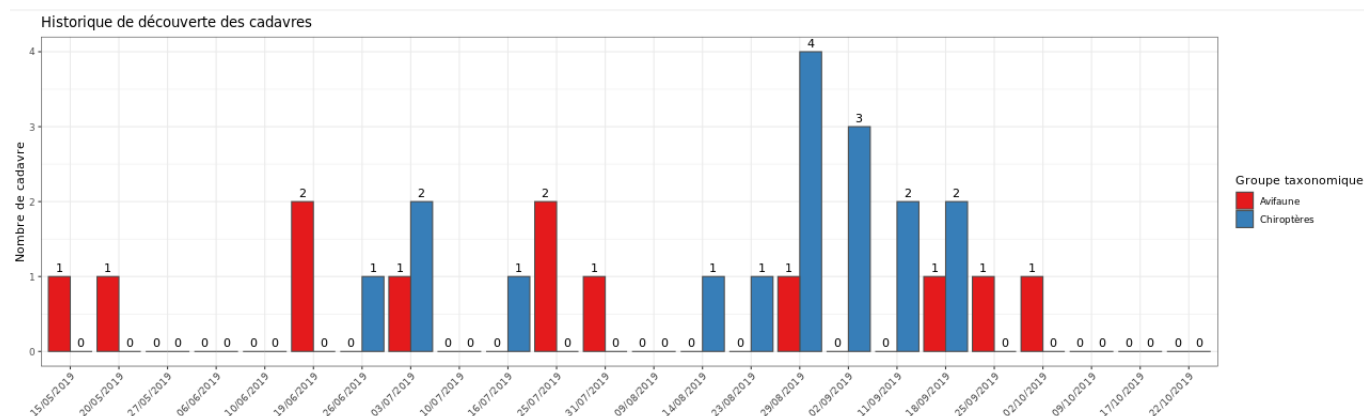


Figure 29 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Chassepain en 2019.

En 2020 :

Au total, 37 cadavres ont été trouvés au sein du parc de Chassepain, dont 13 oiseaux (5 espèces) et 24 chauves-souris (6 espèces) entre le 30 juin 2020 et le 20 octobre 2020.

Les espèces d'oiseaux trouvés sont le Martinet noir (6 individus), le Pigeon ramier (2 individus), le Phragmite des joncs (1 individu), le Rougequeue à front blanc (1 individu) et le Roitelet à triple bandeau (3 individus).

Les espèces de chauves-souris trouvées sont la Noctule commune (5 individus), la Noctule de Leisler (3 individus), la Pipistrelle commune (11 individus), la Pipistrelle commune/pygmée (2 individus), la Pipistrelle de Kuhl (2 individus) ainsi que la Pipistrelle de Nathusius (1 individu), recensées entre le 21 juillet 2020 et le 20 octobre 2020.

2 Synthèse et analyse des résultats

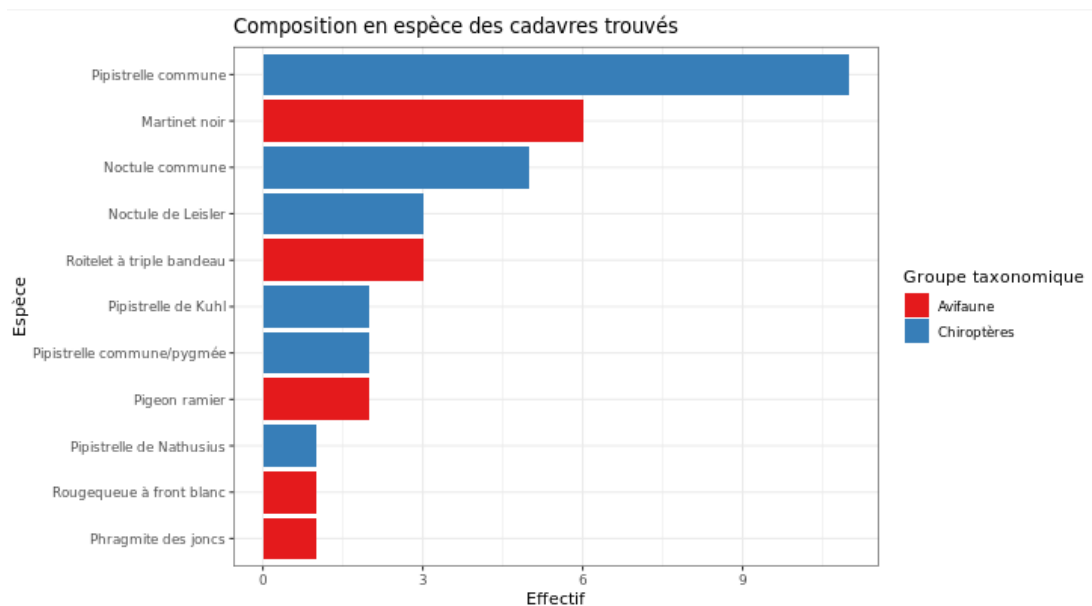


Figure 30 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Chassepain en 2020

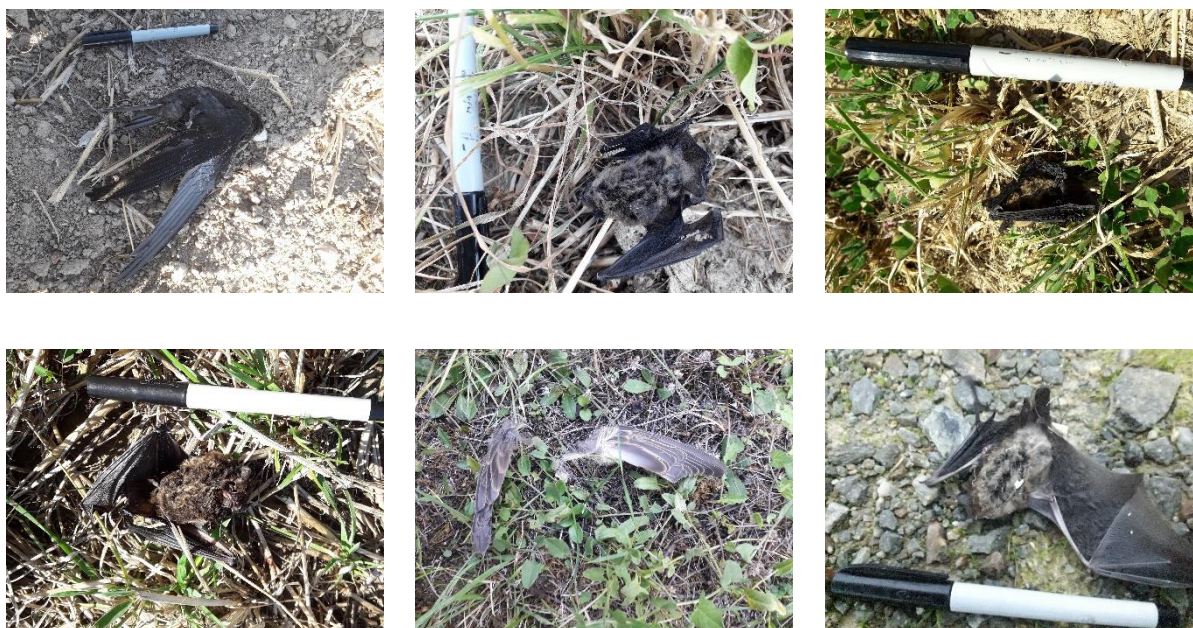


Figure 31 : Présentation de quelques photographies des cadavres découverts en 2020.

De gauche à droite et de haut en bas : Martinet noir, Pipistrelle commune, Pipistrelle commune/pygmée, Noctule de Leisler, Rougequeue à front blanc, Pipistrelle de Nathusius © Biotope

2 Synthèse et analyse des résultats

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les cadavres d'oiseaux ont été observés sur trois périodes : fin juin puis fin juillet et enfin de début août à fin octobre. Toutefois il est à noter qu'aucun passage n'a eu lieu au mois de mai comme 2019. Au regard des effectifs, il ne semble pas y avoir de pic important de mortalité qui se dégage sur la période de suivi et notamment pas en période de migration postnuptiale. Les espèces découvertes sont concernées à la fois en période de nidification (Martinet noir) et de migration/dispersion postnuptiale (Martinet noir, Pigeon ramier, Phragmite des joncs, Rougequeue à front blanc et Roitelet à triple bandeau). De nouvelles espèces ont été observées en comparaison avec 2019 (Phragmite des joncs et Rougequeue à front blanc) ;
- Les cadavres de chiroptères ont été retrouvés de manière assez continue sur la période allant de fin juillet à fin octobre, avec un pic de découvertes lors de la seconde quinzaine d'août 2020. Il est à noter que les conditions météorologiques de la fin octobre et début novembre 2020 sont restées favorables aux chauves-souris.

L'ensemble des individus découverts sont morts par barotraumatisme et/ou par collision avec les pâles soit 100% des individus dont la mort est imputable aux éoliennes.

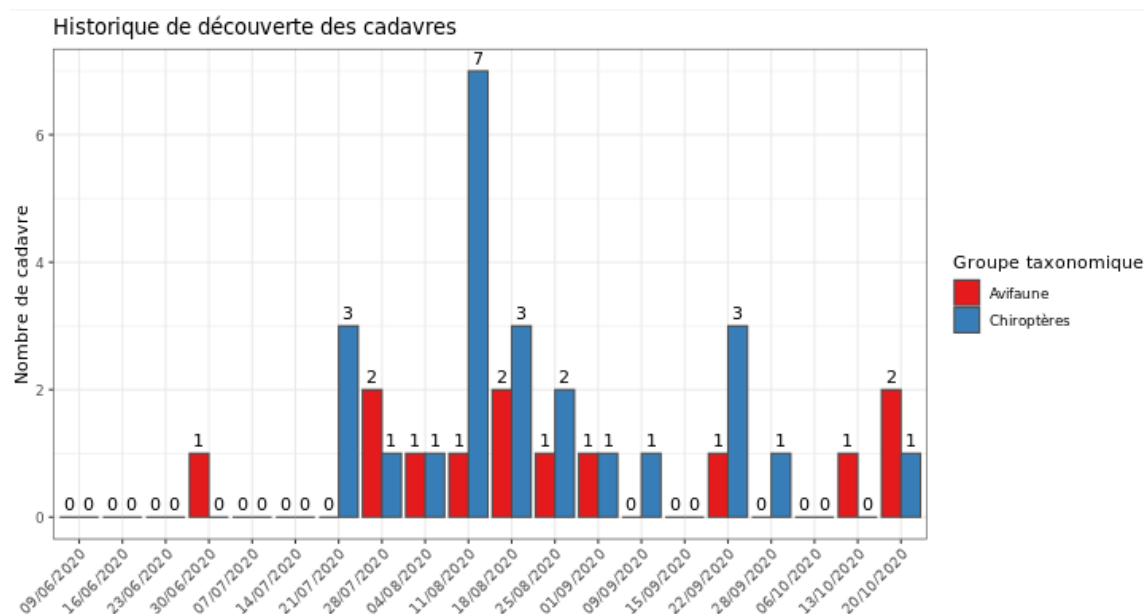


Figure 32 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Chassepain en 2020

Comparatif entre 2019 et 2020 :

Les cas de mortalité augmentent légèrement entre ces deux années de suivi. En effet, lors de la première année de suivi 29 cadavres dont 12 oiseaux et 17 chauves-souris ont été trouvés ; tandis que lors de la seconde année de suivi c'est un total de 37 cadavres dont 13 oiseaux et 24 chauves-souris. On constate que dans les deux cas, un pic de mortalité pour les chiroptères est observé fin juillet et de mi-août à fin septembre, correspondant aux périodes de sortie des gîtes d'hibernation et à la période de reproduction avant l'hibernation.

En 2020, de nouvelles espèces d'oiseaux et de chauves-souris ont été observés. Il s'agit de la Phragmite des joncs et du Rougequeue à front blanc. Plusieurs espèces n'ont pas été recontactées tel que la Buse variable, l'Hirondelle de fenêtre ou encore l'Epervier d'Europe.

2 Synthèse et analyse des résultats

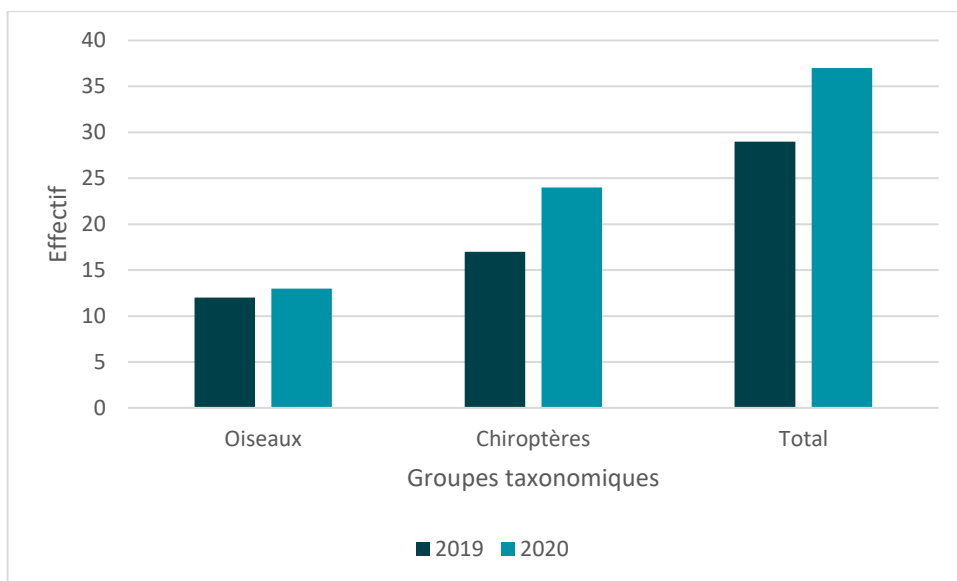


Figure 33 : Evolution de la mortalité brute au cours des 2 années de suivi (2019 et 2020) sur le parc éolien de Chassepain.

2.1.2 Suivi par éolienne

En 2019 :

Lors du suivi de mortalité, des individus ont été trouvés sous la totalité des éoliennes.

La figure ci-dessous montre une variation assez importante de découverte selon les éoliennes. L'éolienne E06 est celle où le plus d'individus (uniquement des oiseaux) ont été trouvés.

Viennent ensuite les éoliennes E01, E02 et E03. Cette variabilité ne peut être expliquée simplement, elle est analysée ensuite grâce à la mise en place des tests d'efficacité et de prédation qui permettent d'estimer le nombre réel d'individus impactés par les éoliennes en effaçant les biais de recherche et de prédation.

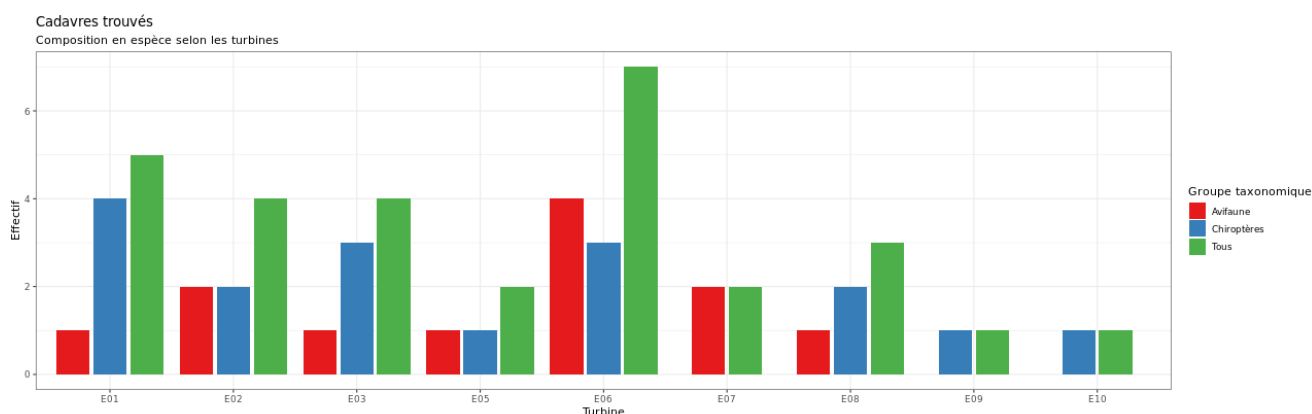


Figure 34 : Nombre de cadavre découvert par éolienne en 2019

2 Synthèse et analyse des résultats

En 2020 :

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous l'ensemble des éoliennes avec des valeurs assez différentes entre elles. La figure ci-dessous montre une variation assez importante de découverte selon les éoliennes. L'éolienne E05 est celle où le plus d'individus (oiseaux et chauves-souris confondus) ont été trouvés. C'est également celle où le plus de chauves-souris (5 individus) ont été trouvés. Quant aux oiseaux, ce sont les éoliennes E02, E05 et E06 qui recensent le plus d'individus (3 individus respectivement). L'éolienne E10 présente le plus faible nombre de cadavres retrouvés (1 chiroptère et aucun oiseau).

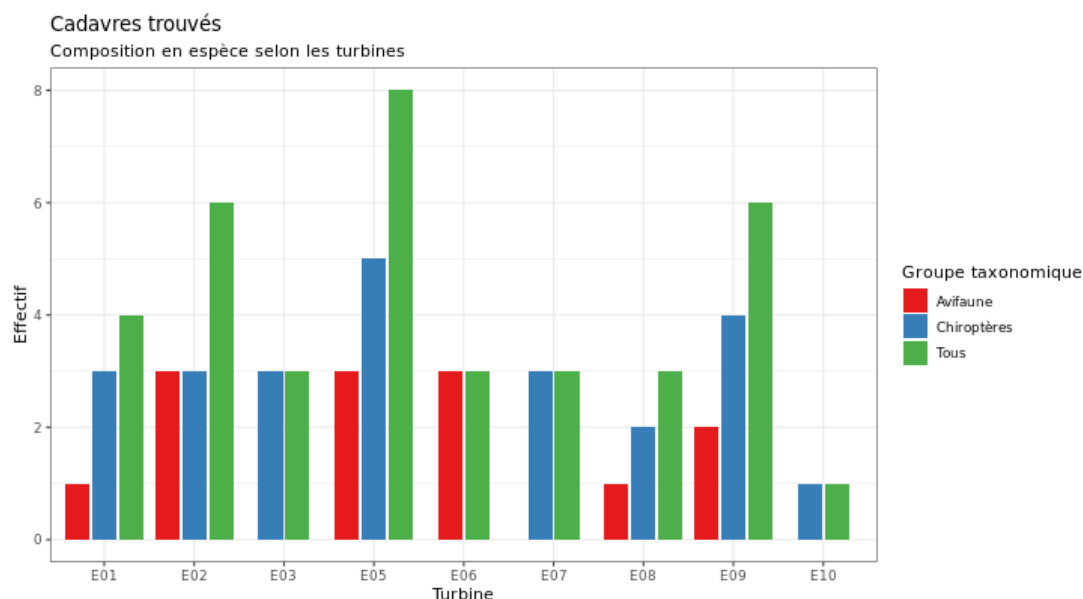


Figure 35 : Nombre de cadavres découverts par éolienne en 2020

L'ensemble des éoliennes présente des cas de mortalité aussi bien pour l'avifaune que pour les chiroptères. Les mortalités brutes recensées varient fortement entre les éoliennes, comprises entre 1 et 8 cadavres par éolienne et par groupe faunistique. La majorité des cadavres appartient au groupe des chiroptères (24 individus). Les éoliennes E05, E02 et E09 (dans une moindre mesure) semblent avoir un impact plus marqué que les autres machines sur la base des résultats bruts.

Comparatif entre 2019 et 2020 :

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous l'ensemble des éoliennes avec des valeurs assez différentes entre elles d'une année sur l'autre. Cependant, les éoliennes E03, E08 et E10 montre un taux de mortalité de chiroptères identiques entre 2019 et 2020 (avec respectivement 3 cadavres, 2 cadavres et 1 cadavre de chauves-souris) ; tandis que pour les oiseaux ce sont les éoliennes E06 et E08 qui recensent le même nombre de cadavres retrouvés entre ces 2 années de suivis (à savoir respectivement 3 cadavres et 1 cadavre d'oiseau).

D'un aspect général, en 2019, les éoliennes E06 (6 cadavres) et E01 (5 cadavres) étaient celles où le plus d'individus ont été trouvés ; tandis qu'en 2020 ce sont les éoliennes E05 (8 cadavres), E09 (6 cadavres) et E02 (6 cadavres) qui ont engendrées le plus de mortalité.

L'éolienne E01 en 2019 est celle où le plus de chauves-souris ont été trouvés (4 individus) alors qu'en 2020 il s'agit de l'éolienne E05. Quant aux oiseaux, ce sont les éoliennes E06 (en 2019 avec 3 individus) et E02, E05 et E06 (en 2020 avec 3 individus chacune).

2 Synthèse et analyse des résultats

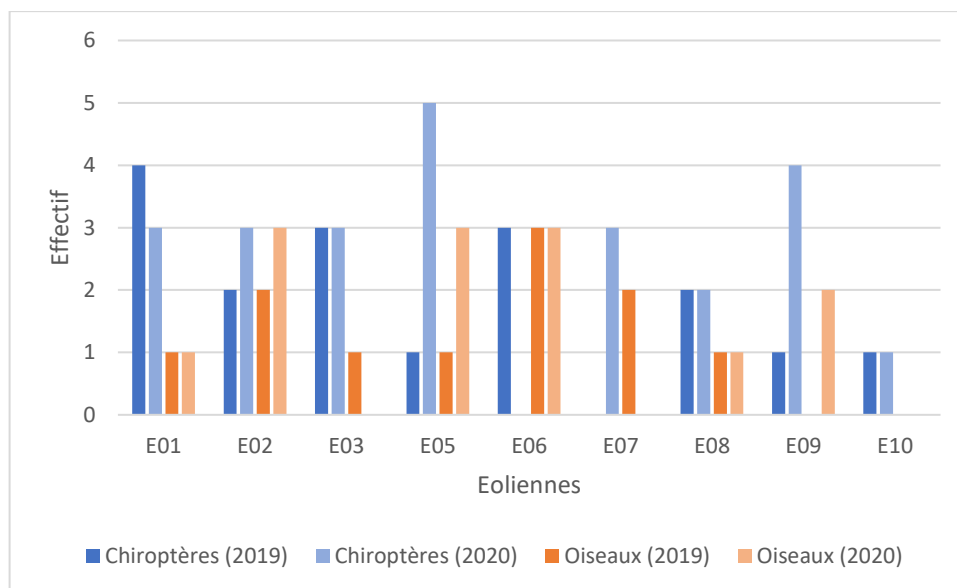


Figure 36 : Nombre de cadavres découverts par éolienne en 2019 et 2020

2.1.3 Répartition spatiale des observations

En 2019 :

Les observations ont été réalisées sur une grande diversité de distance autour des éoliennes. Les individus retrouvés le plus loin sont deux Martinets noir ainsi qu'une Noctule de Leisler, tous trois à près de 50 m ce qui semble indiquer que la taille des individus touchés par les éoliennes n'explique pas nécessairement leur répartition autour des éoliennes. L'individu retrouvé le plus près est une Linotte mélodieuse, à 3,6 m du pied de l'éolienne.

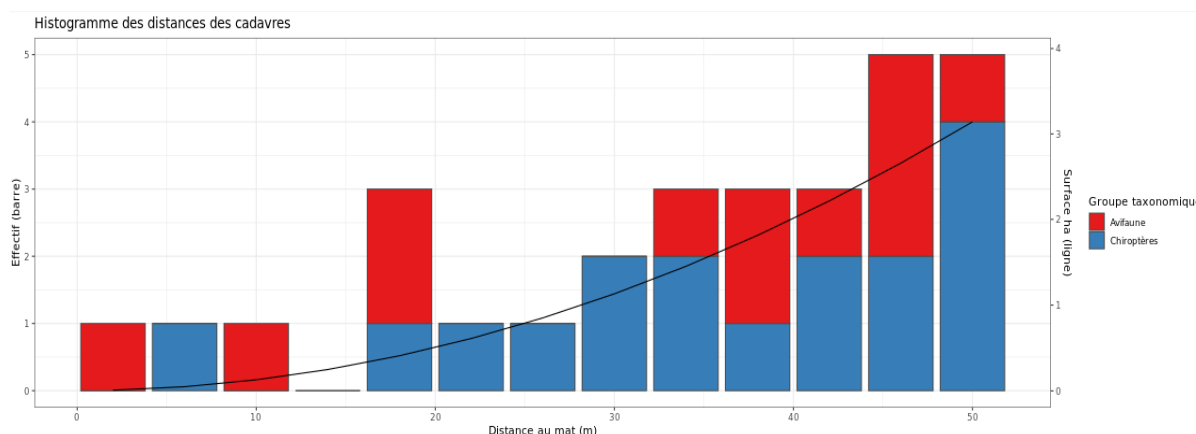


Figure 37 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Chassepain en 2019.

La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude en fonction de la distance au pied de l'éolienne.

2 Synthèse et analyse des résultats

La répartition des individus le long du transect semble quant à elle être récurrente du sud à l'ouest des éoliennes. Cette localisation peut être expliquée par les vents diurnes plus fréquents et plus forts dans cette direction.

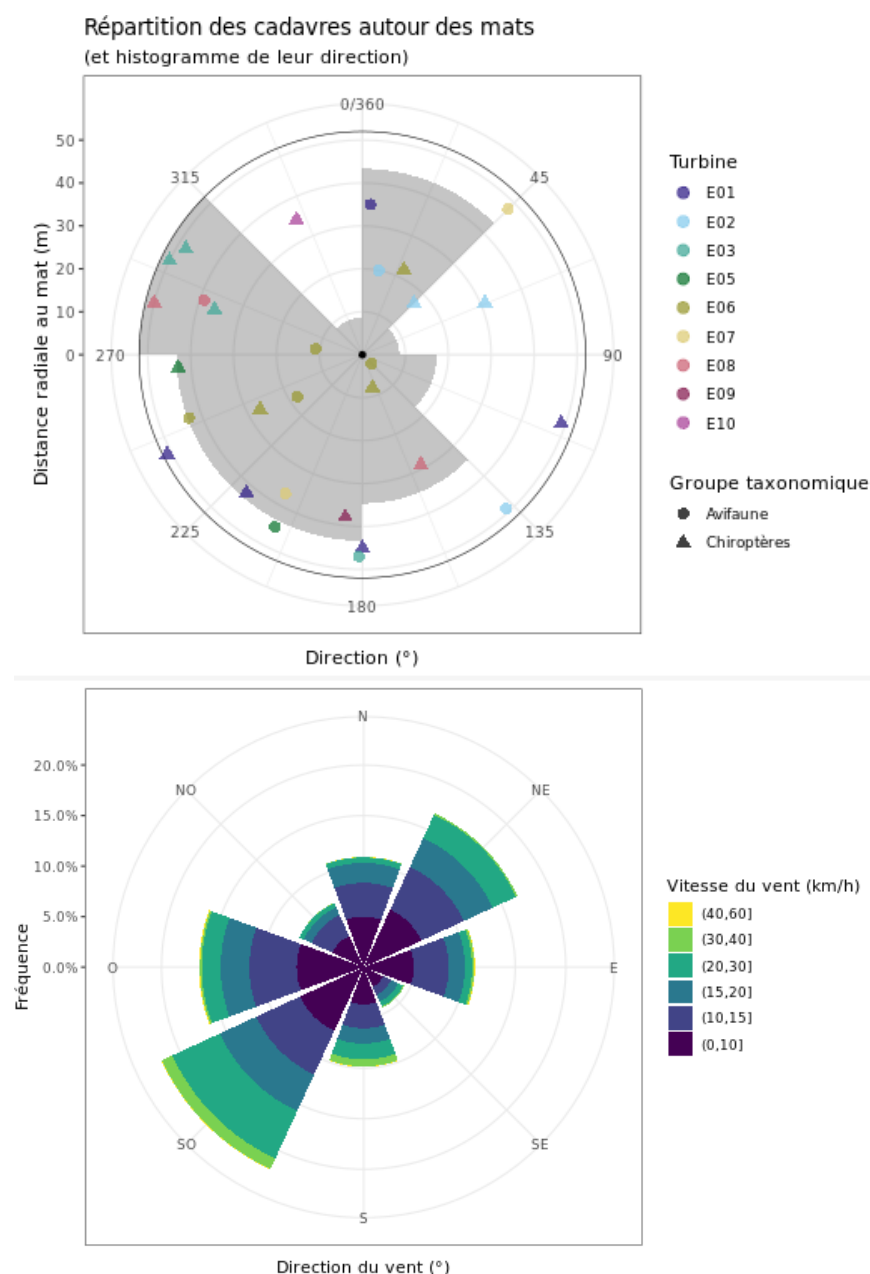


Figure 38 : En haut : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation

En bas : Direction et force du vent diurne sur le secteur du parc éolien de Chassepain.

2 Synthèse et analyse des résultats

Sur les 29 cadavres d'oiseaux et de chiroptères découverts, la moitié ont été trouvés au niveau de la plateforme et du chemin d'accès. Ce sont les seules occupations du sol avec celles « champ nu » dont la détection est supérieure à 90% (cf. **Coefficient d'efficacité de recherche (f)**). Les autres individus ont été découverts principalement sur des milieux peu végétalisés ou avec une végétalisation basse.

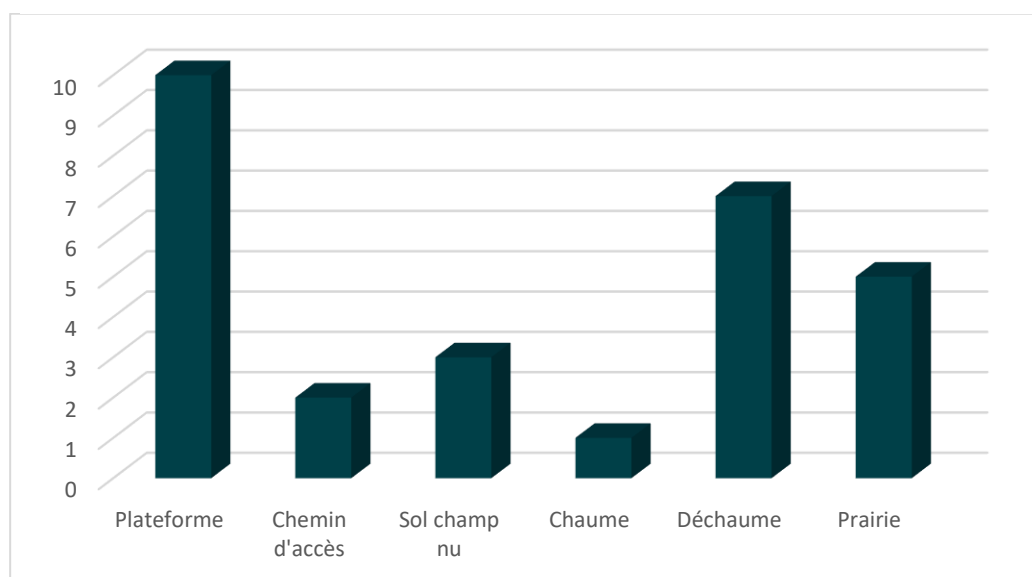


Figure 39 : Répartition des individus trouvés en fonction de l'occupation du sol en 2019

En 2020 :

Les observations ont été réalisées sur l'ensemble des distances prospectées. L'individu retrouvé le plus loin d'une éolienne est une Pipistrelle commune observée à 50m.

Si l'on regarde la localisation des observations par rapport aux éoliennes suivies, les observations semblent différentes entre les deux groupes, ainsi qu'au sein d'un même groupe. La taille des individus touchés par les éoliennes n'explique donc pas nécessairement leur répartition autour des éoliennes.

Les découvertes ont été plus fréquemment réalisées à l'ouest des éoliennes.

2 Synthèse et analyse des résultats

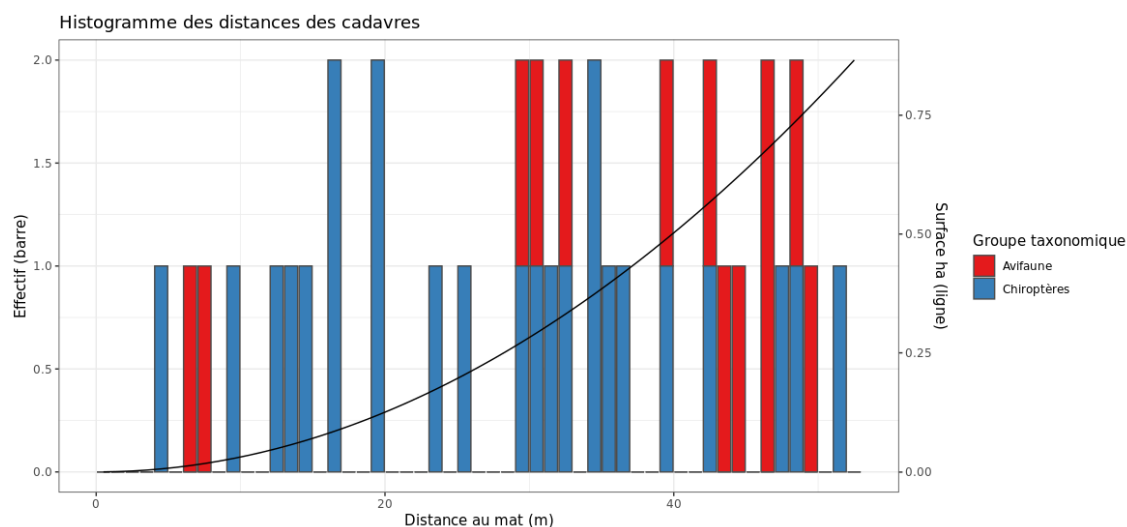


Figure 40 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Chassepain en 2020.

La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.

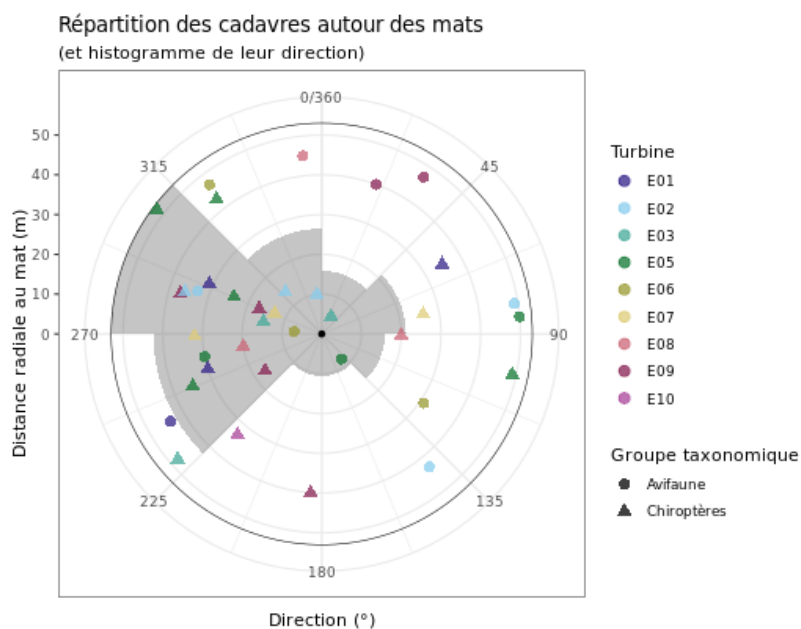


Figure 41 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes en 2020.

En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation

2 Synthèse et analyse des résultats

Comparatif entre 2019 et 2020 :

Les observations ont été réalisées sur une grande diversité de distance autour des éoliennes. Les individus retrouvés le plus loin sont deux Martinets noir ainsi qu'une Noctule de Leisler, tous trois à près de 50 m en 2019, et une Pipistrelle commune à 50 m du mât en 2020. La taille des individus touchés par les éoliennes n'explique donc pas nécessairement leur répartition autour des éoliennes comme l'illustre la figure ci-dessous. De plus, la répartition des cadavres sur les 2 années de suivi semble être localisée sur la partie ouest des éoliennes.

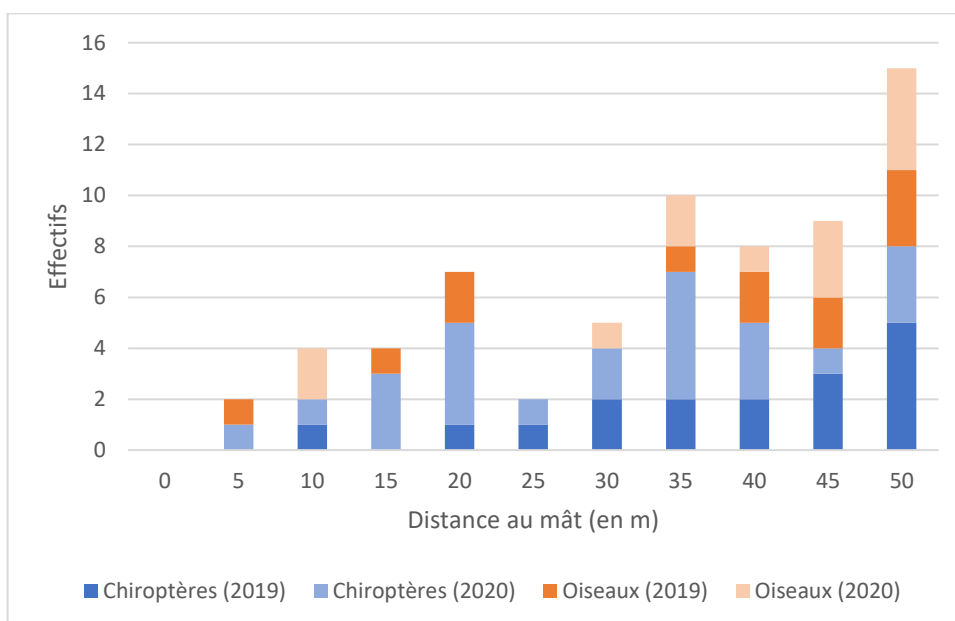


Figure 42 : Evolution de la répartition spatiale des observations au cours des 2 années de suivi

2.1.4 Description des oiseaux retrouvés

En 2019 :

12 oiseaux ont été trouvés appartenant à 7 espèces différentes : **Hirondelle de fenêtres** (2 individus), **Épervier d'Europe** (2 individus), **Pigeon ramier** (2 individus), **Buse variable** (2 individus), **Roitelet à triple bandeau** (2 individus), **Linotte mélodieuse** (1 individu) et **Martinet noir** (1 individu).

À titre de comparaison, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr (mise à jour le 02 septembre 2019) sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien en Europe permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles au collision/barotraumatisme à l'échelle européenne (base de données compilant des informations fournies de façon volontaire).

On constate que la Buse variable, le Martinet noir et le Roitelet à triple bandeau sont des espèces fortement impactées en Europe et en France. En effet, sur les 288 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité, elles font parties des 15 espèces les plus découvertes en Europe et que ces deux dernières (Martinet noir et Roitelet à triple bandeau) sont les deux espèces les plus trouvées sous les éoliennes en France d'après la base de Tobias Dürr. L'Hirondelle de fenêtres, l'Épervier d'Europe, le Pigeon ramier et la Linotte mélodieuse en revanche représentent chacun moins de 5% des espèces touchées.

2 Synthèse et analyse des résultats

Ces différentes données se basent sur des observations transmises. Elles permettent de comparer la mortalité observée sur le parc éolien de Chassepain par rapport à celle recensée aux échelles nationale et européenne par Tobias Dürr. Cependant, si elles donnent une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elles ne sont pas exhaustives. Les données françaises proviennent, en effet, d'une faible proportion de parcs à différentes dates. Il s'agit néanmoins de la synthèse la plus détaillée qui existe à ce jour.

Tableau 12 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 2 septembre 2019) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèce/Pays	A	BE	BG	CH	CR	CZ	D	DK	E	EST	F	FR	Chassepain	GB	GR	LX	NL	N	P	PL	RO	S	Total (hors Chassepain)
Hirondelle de fenêtres	1						48		42			11	2		25		3		158			6	294
Épervier d'Europe	1	4					27		18			12	2		1								63
Pigeon ramier	5	12					181		14			25	2				3			2		1	243
Buse variable	15	1					602		31			75	2		3		12		13	5		3	760
Roitelet à triple bandeau	1	2		8		3	39		45			141	2						2				241
Linotte mélodieuse	3						2	1	24			7	1				1		10	1			49
Martinet noir	14	4		1		2	153	1	75			122	1		2		5		18			3	400

Légende :

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 = Royaume-Uni, GR = Grèce, NL = Hollande, N = Norvège, P = Portugal, PL = Pologne, RO = Roumanie, S = Suède

Évaluation des enjeux

Le tableau ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le parc de Chassepain à l'échelle française et européenne.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 13 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Chassepain

Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Convention de Bonn	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France nicheur (2016)	NIOF migrateur (2008)	Liste rouge nicheur Centre-Val de Loire (2013)	Statut migrateur Centre-Val de Loire (2002)
Hirondelle de fenêtres	Article 3			LC	NT	DD	LC	C
Épervier d'Europe	Article 3 et Article 6		Annexe II	LC	LC	NA	LC	C
Pigeon ramier				LC	LC	NA	LC	C
Buse variable	Article 3		Annexe II	LC	LC	NA	LC	C
Roitelet à triple bandeau	Article 3			LC	LC	NA	LC	PC
Linotte mélodieuse	Article 3			LC	VU	NA	NT	C
Martinet noir	Article 3			LC	NT	DD	NT	C

Légende :

Protection nationale

Arrêté interministériel du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection :
Article 3 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

Directive Oiseaux

Il s'agit de la directive européenne n°79/409 du 6 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages. Elle vise à assurer une protection de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen.

Annexe I : espèces faisant l'objet de mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leur habitat (Zone de Protection Spéciale).

Annexe II : espèces pouvant être chassées :

Partie 1 (A.II.1) : espèces pouvant être chassées dans la zone géographique maritime et terrestre d'application de la présente directive ;

Partie 2 (A.II.2) : espèces pouvant être chassées seulement dans les États membres pour lesquels elles sont mentionnées.

Annexe III : espèces pouvant être commercialisées :

Partie 1 (A.III.1) : espèces pour lesquelles la vente, le transport pour la vente, la détention pour la vente ainsi que la mise en vente ne sont pas interdits, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou autrement licitement acquis ;

Partie 2 (A.III.2) : espèces pour lesquelles les États membres peuvent autoriser sur le territoire la vente, le transport pour la vente, la détention pour la vente ainsi que la mise en vente et à cet effet prévoir des limitations, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou capturés ou autrement licitement acquis.

Convention de Bonn

Cette convention du 23/06/79 est relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (JORF du 30/10/90).

Annexe I : espèces migratrices menacées, en danger d'extinction, nécessitant une protection immédiate ;

Annexe II : espèces migratrices se trouvant dans un état de conservation défavorable et nécessitant l'adoption de mesures de conservation et de gestion appropriées.

NIOF (Nouvel Inventaire des Oiseaux de France) Migrateur et statut migrateur en Centre-Val de Loire

Cela présente le statut de rareté de l'espèce en période de migration en France (NIOF) et en région Centre-Val de Loire

Nouvel Inventaire des oiseaux de France (NIOF) (P. J. Dubois, P. Le Maréchal, G. Olioso et P. Yésou, 2008)

L'avifaune de la Région Centre, synopsis des connaissances (PERTHUIS, 2002)

CC = taxon très commun ; C = taxon commun ; PC = taxon peu commun.

Listes rouges nicheurs

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF et ONCFS, 2016)

Liste rouge oiseaux nicheurs de Centre-Val de Loire (DREAL Centre-Val de Loire, 2013)

LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable.

2 Synthèse et analyse des résultats

Toutes les espèces retrouvées en 2019 sur le parc éolien de Chassepain sont des espèces protégées à l'échelle nationale, à l'exception du Pigeon ramier.

À l'échelle européenne, leurs statuts de conservation sont relativement bons. Ces statuts se dégradent à l'échelle nationale et régionale, à l'exception de l'Épervier d'Europe ; du Pigeon ramier, de la Buse variable et du Roitelet à triple bandeau qui sont placées en « Préoccupation mineure », tandis que l'Hirondelle de fenêtres, la Linotte mélodieuse et le Martinet noir sont placés en « Quasiment menacé » ou « Vulnérable » à l'échelle de la France. La Linotte mélodieuse et le Martinet noir sont tous deux classés « Quasiment menacé » à l'échelle du Centre-Val de Loire. Toutes ces espèces sont migratrices en Centre-Val de Loire.

En 2020 :

13 individus répartis au sein de 5 espèces ont été retrouvés et identifiés sous les éoliennes du parc de Chassepain : le **Martinet noir** (6 individus), le **Pigeon ramier** (2 individus), le **Phragmite des joncs** (1 individu), le **Rougequeue à front blanc** (1 individu) et le **Roitelet à triple bandeau** (3 individus).

À titre de comparaison, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr (mise à jour le 25 septembre 2020) sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien en Europe permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles au collision/barotraumatisme à l'échelle européenne (base de données compilant des informations fournies de façon volontaire).

On constate que le Martinet noir, le Roitelet à triple bandeau et le Pigeon ramier sont des espèces fortement impactées en Europe et en France. En effet, sur les 288 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité, elles font parties des 15 espèces les plus découvertes en Europe et représentant les trois espèces les plus touchées en France d'après la base de Tobias Dürr. Le Rougequeue à front blanc se situe au 172^{ème} rang européen (espèce principalement observée en Espagne) et est assez rare pour la France (187^{ème} rang). Enfin, le Phragmite des joncs est très rare en Europe et en France (non recensée dans la liste de Tobias Dürr, donc rang supérieur à 288 en Europe et en France).

Ces différentes données se basent sur des observations transmises. Elles permettent de comparer la mortalité observée sur le parc de Chassepain par rapport à celle recensée aux échelles nationale et européenne par Tobias Dürr. Cependant, si elles donnent une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elles ne sont pas exhaustives. Les données françaises proviennent, en effet, d'une faible proportion de parcs à différentes dates. Il s'agit néanmoins la synthèse la plus détaillée qui existe à ce jour.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 14 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 25 septembre 2020) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	A	BE	CH	CZ	D	DK	E	FR	Chassepain	GR	NL	P	PL	S	Total (hors Chassepain)
Martinet noir	7	2	14	4	1	2	164	1	75	125	6	2	5	18		3	414
Roitelet à triple bandeau	15	1	1	2	8	3	42		45	160	3			2			263
Pigeon ramier	14	11	5	12			188		14	29	2		12		2	1	263
Rougequeue à front blanc	172	187					1		5		1						6
Phragmite des joncs	> 288	> 288									1						

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = République tchèque, D = Allemagne, E = Espagne, EST = Estonie, F = Finlande, FR = France, GR = Grèce, IT = Italie, LV = Lettonie, NL = Hollande, N = Norvège, P = Portugal, PL = Pologne, RO = Roumanie, S = Suède, UK = Royaume-Uni

Évaluation des enjeux

Le Tableau 15 présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le parc de Chassepain à l'échelle régionale, française et européenne. Toutes les espèces trouvées à l'exception du Pigeon ramier sont protégées.

Aucune espèce n'est inscrite à l'Annexe I de la Directive Oiseaux. Le Martinet noir a un statut « quasi menacé » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs au niveau national et régional. Le Phragmite des joncs a un statut « vulnérable » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs en Centre-Val de Loire.

Tableau 15 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Chassepain

Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France nicheur (2016)	NIOF migrateur (2008)	Liste rouge nicheur Centre-Val de Loire (2013)	Statut migrateur Centre-Val de Loire (2002)	Espèces déterminantes Centre-Val de Loire : Espèces nicheuses (2016)
Martinet noir	Article 3	-	LC	NT	DD	NT	C	-
Roitelet à triple bandeau	Article 3	-	LC	LC	NA	LC	PC	-
Pigeon ramier		-	LC	LC	NA	LC	C	-
Rougequeue à front blanc	Article 3	-	LC	LC	NA	LC	MC	-
Phragmite des joncs	Article 3	-	LC	LC	DD	VU	MPC	-

Légende :

Protection nationale

Arrêté interministériel du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection :

2 Synthèse et analyse des résultats

Article 3 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

Directive Oiseaux

Il s'agit de la directive européenne n°79/409 du 6 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages. Elle vise à assurer une protection de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen.

Annexe I : espèces faisant l'objet de mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leur habitat (Zone de Protection Spéciale).

Annexe II : espèces pouvant être chassées :

Partie 1 (A.II.1) : espèces pouvant être chassées dans la zone géographique maritime et terrestre d'application de la présente directive ;

Partie 2 (A.II.2) : espèces pouvant être chassées seulement dans les États membres pour lesquels elles sont mentionnées.

Annexe III : espèces pouvant être commercialisées :

Partie 1 (A.III.1) : espèces pour lesquelles la vente, le transport pour la vente, la détention pour la vente ainsi que la mise en vente ne sont pas interdits, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou autrement licitement acquis ;

Partie 2 (A.III.2) : espèces pour lesquelles les États membres peuvent autoriser sur le territoire la vente, le transport pour la vente, la détention pour la vente ainsi que la mise en vente et à cet effet prévoir des limitations, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou capturés ou autrement licitement acquis.

Convention de Bonn

Cette convention du 23/06/79 est relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (JORF du 30/10/90).

Annexe I : espèces migratrices menacées, en danger d'extinction, nécessitant une protection immédiate ;

Annexe II : espèces migratrices se trouvant dans un état de conservation défavorable et nécessitant l'adoption de mesures de conservation et de gestion appropriées.

NIOF (Nouvel Inventaire des Oiseaux de France) Migrateur et statut migrateur en Centre-Val de Loire

Cela présente le statut de rareté de l'espèce en période de migration en France (NIOF) et en région Centre-Val de Loire

Nouvel Inventaire des oiseaux de France (NIOF) (P. J. Dubois, P. Le Maréchal, G. Oliosio et P. Yésou, 2008)

L'avifaune de la Région Centre, synopsis des connaissances (PERTHUIS, 2002)

CC = taxon très commun ; C = taxon commun ; PC = taxon peu commun.

Listes rouges nicheurs

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF et ONCFS, 2016)

Liste rouge oiseaux nicheurs de Centre-Val de Loire (DREAL Centre-Val de Loire, 2013)

LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable

Comparatif entre 2019 et 2020 :

Les cas de mortalité d'oiseaux constatés lors des expertises sont variables selon les années comme l'illustre la figure ci-dessous :

- 12 cas en 2019 (2 Hirondelles de fenêtres, 2 Eperviers d'Europe, 2 Pigeons ramier, 2 Buses variable, 2 Roitelets à triple bandeau, 1 Linotte mélodieuse et 1 Martinet noir)
- 13 cas en 2020 (2 Pigeons ramier, 3 Roitelets à triple bandeau, 6 Martinets noir, 1 Phragmite des joncs et 1 Rougequeue à front blanc).

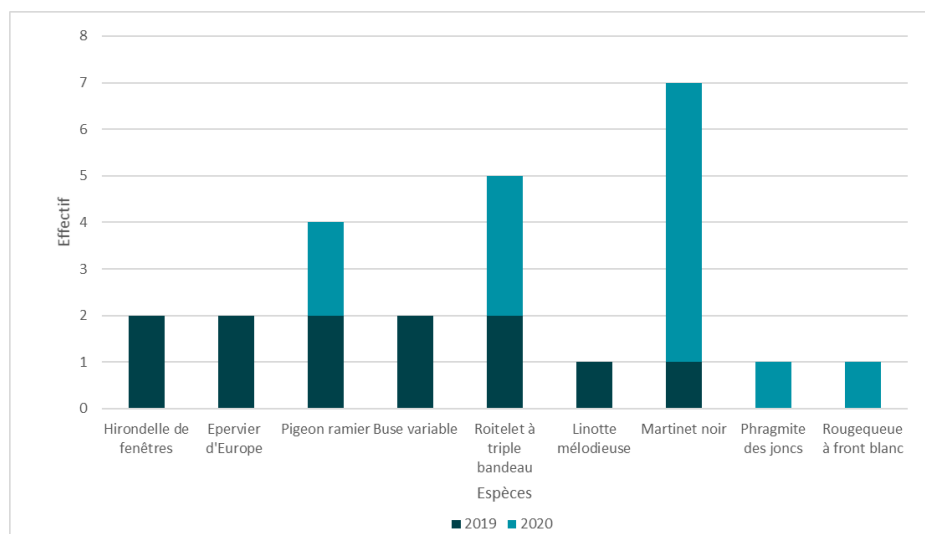


Figure 43 : Evolution de la mortalité de l'avifaune selon les années sur le parc éolien de Chassepain

2 Synthèse et analyse des résultats

2.1.5 Description des chauves-souris retrouvées

En 2019 :

17 individus répartis au sein de 7 espèces et un groupe d'espèce ont été retrouvés morts sur le parc de Chassepain : **Pipistrelle commune** (7 individus), **Pipistrelle de Kuhl** (2 individus), **Pipistrelle de Nathusius** (2 individus), **Pipistrelle pygmée** (1 individu), **Pipistrelle commune/pygmée** (1 individu), **Noctule commune** (2 individus) et **Noctule de Leisler** (2 individus).

Les **Pipistrelle commune** et de **Kuhl** sont des espèces plutôt sédentaires, s'éloignant rarement de leur domaine vital. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales, proches du parc éolien.

La **Pipistrelle pygmée** est une espèce difficile à décrire, elle semble proche d'un point de vue écologique à la **Pipistrelle commune** mais en plus sélective. De plus, il est possible que cette espèce soit une grande migratrice, sans que cela soit décrit avec certitude.

La **Noctule commune** et la **Noctule de Leisler** sont quant à elles deux espèces migratrices. Il est donc possible que les individus trouvés sur le parc de Chassepain soient des individus en migration.

Les périodes de découverte des chauves-souris, principalement en juin-juillet et mi-août à fin septembre correspondent à la période de sortie de mise-bas et élevage des jeunes et à la période de migration avant hibernation. Les chiroptères sont plus mobiles à la deuxième période, certaines espèces migrent sur de grandes distances telles que la **Noctule commune** et la **Noctule de Leisler** et la plupart effectuent des transits à plus haute altitude que leurs habitudes de chasses. Elles sont également plus actives à ces périodes puisqu'elles chassent pour constituer des réserves en sortie d'hibernation ou avant d'y entrer.

À titre de comparaison, la synthèse de données disponibles de Tobias Dür (mise à jour le 2 septembre 2019) sur les cadavres de chauves-souris relate que :

- La **Pipistrelle commune** est l'espèce la plus touchée par les parcs éoliens à l'échelle européenne (23% des individus impactés) et à l'échelle française (35%) ;
- La **Pipistrelle de Kuhl** quant à elle représente 4% des chauves-souris touchées en Europe et 8% en France
- La **Noctule de Leisler** est la 5^{ème} espèce la plus impactée en Europe (7 %) et la 7^{ème} en France (5 %).
- Quant à la **Pipistrelle pygmée** elle représente 4% des individus touchés en Europe et 6% en France.

Ces chiffres sont des minima car on note une grande part d'individus indéterminés au sein de chaque genre (**Pipistrelle indéterminée**, **Noctule indéterminée**, etc.) et parfois même l'état de décomposition des individus ne permet pas de déterminer le genre.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 16 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 2 septembre 2019) des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèce/ Pays	A	BE	CH	CR	CZ	D	DK	E	EST	FI	FR	Chasse pain	GR	IT	LV	NL	N	PT	PL	RO	S	UK	Total (hors Chassepain)
Pipistrelle commune	2	28	6	5	16	720		211			979	7		1		15		323	3	6	1	46	2362
Pipistrelle de Kuhl				144				44			219	2	1					51		10			469
Pipistrelle de Nathusius	13	6	6	17	7	1024	2				260	2	35	1	23	8			16	90	5	1	1564
Pipistrelle pygmée	4			1	2	137					176	1			1			42	1	5		52	439
Pipistrelle commune/pygmée	1		2			3		271			40	1	54					38	1	2	18		412
Noctule commune	46	1			31	1226		1			104	2	10					2	16	76	14	11	1538
Noctule de Leisler			1	4	3	187		15			153	2	58	2				273	5	10			711

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = République tchèque, D = Allemagne, E = Espagne, EST = Estonie, FI = Finlande, FR = France, GR = Grèce, IT = Italie, LV = Lettonie, NL = Hollande, N = Norvège, PT = Portugal, PL = Pologne, RO = Roumanie, S = Suède, UK = Royaume-Uni

Tout comme pour les oiseaux, ces différentes données se basent sur des observations transmises. Elles permettent de comparer la mortalité observée sur le parc de Chassepain par rapport à celles observées aux échelles nationale et européenne. Cependant, si elles donnent une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elles ne sont pas exhaustives. Les données françaises proviennent, en effet, d'une faible proportion de parcs et sont peu mises à jour. C'est néanmoins la synthèse la plus précise qui existe à ce jour.

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en entre 2011 et 2013, toutes les espèces identifiées lors du suivi de mortalité à l'exception de la Pipistrelle pygmée et du groupe Pipistrelle commune/pygmée étaient considérées comme présentes sur le site d'étude.

La plupart des chauves-souris effectuent des déplacements entre leurs gîtes estivaux et leurs gîtes d'hibernation, variant de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres. Quatre espèces effectuent cependant de véritables migrations, parcourant parfois plus de 1 000 km : la Noctule commune (2 individus trouvés), la Noctule de Leisler (2 individus trouvés), la Pipistrelle de Nathusius (2 individus trouvés) et la Sérotine bicolore (aucun individu trouvé). Ces espèces se reproduisent en Europe du nord et de l'est. Les jeunes naissent entre juin et fin juillet et s'émanent au bout de quelques semaines. On assiste donc à une migration automnale, dès le mois d'août, d'individus qui reviennent des sites de mise-bas du nord et de l'est de l'Europe pour venir s'accoupler et hiberner en Europe de l'ouest. Ces mouvements concernent essentiellement les femelles et les jeunes à l'exception de la Sérotine bicolore où la majorité des données en période de migration concernent des mâles. Au printemps, les femelles retournent sur leur site de mise-bas. Des colonies de mise-bas sont également présentes en France notamment pour les Noctule commune et Noctule de Leisler. Elles sont plus rares pour ce qui est de la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine bicolore. Cependant, cette rareté peut être liée à un manque de connaissances, de nouvelles colonies étant découvertes chaque année (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

La Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius font partie des espèces les plus impactées par les projets éoliens. Les chiroptères sont des animaux ayant une longue espérance de vie mais une faible fécondité, entraînant un faible renouvellement des populations. Une forte mortalité des adultes est donc particulièrement dommageable pour les populations (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

2 Synthèse et analyse des résultats

La Noctule de Leisler, est une espèce qui vole fréquemment à plus de 25 mètres d'altitude lorsqu'elle chasse et à plus de 50 mètres en vol direct, ce qui la rend très sensible au risque éolien (RODRIGUES et al., 2015). En France, les populations sont assez rares au nord-ouest et augmentent en densité vers le sud-est (ARTHUR & LEMAIRE, 2015). Ses effectifs sont en très nette diminution (TAPIERO, 2014 ; KERBIRIOU et al., 2015). 50 ans de baguage et recapture ont permis à HUTTERER et al. (2005) de décrire les routes migratoires de cette espèce à travers l'Europe selon un axe globalement nord-est/sud-ouest.

Évaluation des enjeux

Le Tableau 19 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le parc de Chassepain à l'échelle de la France et de l'Europe. Les 7 espèces trouvées ou potentiellement trouvées (difficulté d'identification de certains individus) sont strictement protégées en France et dans l'Union Européenne. Elles sont par ailleurs considérées comme patrimoniales en Centre-Val de Loire et/ou en France car « quasi menacées » pour la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler.

Tableau 17 : Statuts réglementaires et de conservation de l'espèce de chauve-souris touchée par le parc de Chassepain

Espèce	Directive Habitats	Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Centre-Val de Loire
Pipistrelle commune	Annexe IV	Article 2	LC	NT	LC
Pipistrelle de Kuhl	Annexe IV	Article 2	LC	LC	LC
Pipistrelle de Nathusius	Annexe IV	Article 2	LC	NT	NT
Pipistrelle pygmée	Annexe IV	Article 2	LC	LC	DD
Pipistrelle commune/pygmée	Annexe IV	Article 2			
Noctule commune	Annexe IV	Article 2	LC	VU	NT
Noctule de Leisler	Annexe IV	Article 2	LC	NT	NT

Légende :

Protection nationale

Arrêté interministériel du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (modif. Arrêté du 15 septembre 2012) : Article 2 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

Directive Habitats

L'annexe IV de la directive européenne 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », liste les espèces animales et végétales d'intérêt européen qui nécessitent une protection stricte sur le territoire des états membres de l'Union européenne.

Listes rouges Europe, France et Centre-Val de Loire

Liste rouge européenne des espèces menacées (UICN, 2012)

Liste rouge des espèces menacées en France, Mammifères de France métropolitaine (UICN France & MNHN, 2017)

LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable, DD : Données insuffisantes

En 2020 :

24 individus répartis au sein de 6 espèces ont été retrouvés morts sur le parc de Chassepain : la Noctule commune (5 individus), la Noctule de Leisler (3 individus), la Pipistrelle commune (11 individus), la Pipistrelle commune/pygmée (2 individus), la Pipistrelle de Kuhl (2 individus) et la Pipistrelle de Nathusius (1 individu).

2 Synthèse et analyse des résultats

Mise à part la Noctule commune et la Noctule de Leisler, **l'ensemble des espèces touchées** sont des espèces assez sédentaires. Elles s'éloignent ainsi peu de leurs domaines vitaux. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales, proches du parc éolien (quelques kilomètres).

La **Noctule commune et la Noctule de Leisler** sont quant à elle des espèces migratrices. Il est donc possible que les individus touchés par le parc de Chassepain (observés les 11/08/2020, 18/08/2020, 25/08/2020 et 09/09/2020 pour la Noctule commune ; et les 25/08/2020, 01/09/2020 et 29/09/2020 pour la Noctule de Leisler) étaient des individus en migration. On ne peut cependant pas affirmer cela avec certitude : des colonies de mise-bas sont présentes en France et de nouvelles colonies sont découvertes chaque année.

À titre de comparaison, la synthèse de données disponibles de Tobias Dürri (mise à jour le 25 septembre 2020) sur les cadavres de chauves-souris relate :

- Que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus touchée par les parcs éoliens à l'échelle européenne et à l'échelle française ;
- Que la Pipistrelle de Nathusius est la 2^{ème} espèce la plus touchée en Europe et en France ;
- Que la Noctule commune est la 3^{ème} espèce la plus impactée en Europe et la 8^{ème} en France ;
- Que la Noctule de Leisler est la 6^{ème} espèce la plus impactée en Europe et la 7^{ème} en France ;
- Que la Pipistrelle de Kuhl est la 7^{ème} espèce la plus impactée en Europe et la 5^{ème} en France après les chiroptères indéterminés et les pipistrelles indéterminées ;
- Que la Pipistrelle commune/pygmée est la 9^{ème} espèce la plus impactée en Europe et la 10^{ème} en France, ce qui en fait l'espèce la moins fréquente parmi les espèces découvertes lors du suivi du parc éolien de Chassepain.

Ces chiffres sont des approximations car on note une grande part d'individus indéterminés au sein de chaque genre (Pipistrelle indéterminée, Noctule indéterminée, etc.).

Tout comme pour les oiseaux, ces différentes données se basent sur des observations transmises. Elles permettent de comparer la mortalité observée sur le parc de Chassepain par rapport à celles observées aux échelles nationale et européenne. Cependant, si elles donnent une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elles ne sont pas exhaustives. Les données françaises proviennent, en effet, d'une faible proportion de parcs à différentes dates. C'est néanmoins la synthèse la plus complète qui existe à ce jour.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 18 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 25 septembre 2020) des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	A	BE	CH	CR	CZ	D	E	FR	Chasse pain	GR	NL	PT	PL	RO	S	UK	Total (hors Chasse pain)
Pipistrelle commune	1	1	2	28	6	5	16	749	211	995	11	0	15	323	5	6	1	46	2409
Pipistrelle de Nathusius	2	2	13	6	6	17	7	1101		272	1	35	10		16	6	5	1	1605
Noctule commune	3	8	46	1			31	1240	1	104	5	10		2	17	76	14	11	1553
Noctule de Leisler	6	7			1	4	3	194	15	153	3	58		273	5	10			718
Pipistrelle de Kuhl	7	5				144			44	219	2	1		51		10			469
Pipistrelle commune/pygmée	9	10	1		2			3	271	40	2	54		38	1	2			412

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = République tchèque, D = Allemagne, E = Espagne, EST = Estonie, F = Finlande, FR = France, GR = Grèce, IT = Italie, LV = Lettonie, NL = Hollande, N = Norvège, P = Portugal, PL = Pologne, RO = Roumanie, S = Suède, UK = Royaume-Uni

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en entre 2011 et 2013, toutes les espèces identifiées lors du suivi de mortalité à l'exception de la Pipistrelle commune/pygmée étaient considérées comme présentes sur le site d'étude.

La plupart des chauves-souris effectue des déplacements entre leurs gîtes estivaux et leurs gîtes d'hivernation, variant de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres. Quatre espèces effectuent cependant de véritables migrations, parcourant parfois plus de 1 000 km : la Noctule commune (5 cas de mortalité recensés sur le parc éolien de Chassepain), la Noctule de Leisler (3 cas de mortalité recensés sur le parc éolien de Chassepain), la Pipistrelle de Nathusius (1 cas de mortalité recensé sur le parc éolien de Chassepain) et la Sérotine bicolore (Hutterer et al. 2005). Ces espèces se reproduisent en Europe du nord et de l'est. Les jeunes naissent entre juin et fin juillet et s'émancipent au bout de quelques semaines. On assiste donc à une migration automnale, dès le mois d'août, d'individus qui reviennent des sites de mise-bas du nord et de l'est de l'Europe pour venir s'accoupler et hiberner en Europe de l'ouest. Ces mouvements concernent essentiellement les femelles et les jeunes, à l'exception de la Sérotine bicolore où la majorité des données en période de migration concernent des mâles. Au printemps, les femelles retournent sur leur site de mise-bas. Des colonies de mise-bas sont également présentes en France, bien que rares. Cependant, cette rareté peut être liée à un manque de connaissances, de nouvelles colonies étant découvertes chaque année, notamment pour les noctules (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

La Noctule commune et la Pipistrelle commune font partie des espèces les plus impactées par les parcs éoliens en fonctionnement. Les chiroptères sont des animaux ayant une longue espérance de vie mais une faible fécondité, entraînant un faible renouvellement des populations. Une forte mortalité des adultes est donc particulièrement dommageable pour les populations (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

Évaluation des enjeux

Le Tableau 19 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le parc de Chassepain à l'échelle de la France et de l'Europe. Les 6 espèces contactées sont strictement protégées en France et dans l'Union Européenne. La

2 Synthèse et analyse des résultats

Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler sont par ailleurs considérées comme patrimoniales en France car quasi menacées. A noter que la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius sont également « quasi menacées » en région Centre-Val de Loire. La Noctule commune est vulnérable en France et est également quasi menacée en région Centre-Val de Loire.

Tableau 19 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauve-souris touchées par le parc de Chassepain

Espèce	Directive Habitats	Protection nationale	Liste rouge Europe (2012)	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Centre-Val de Loire (2012)
Pipistrelle commune	Annexe IV	Article 2	LC	NT	LC
Pipistrelle de Kuhl	Annexe IV	Article 2	LC	LC	LC
Pipistrelle de Nathusius	Annexe IV	Article 2	LC	NT	NT
Pipistrelle commune/pygmée	Annexe IV	Article 2	-	-	-
Noctule commune	Annexe IV	Article 2	LC	VU	NT
Noctule de Leisler	Annexe IV	Article 2	LC	NT	NT

Légende :

Protection nationale

Arrêté interministériel du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (modif. Arrêté du 15 septembre 2012) : Article 2 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

Directive Habitats

L'annexe IV de la directive européenne 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », liste les espèces animales et végétales d'intérêt européen qui nécessitent une protection stricte sur le territoire des états membres de l'Union européenne.

Listes rouges Europe, France et Centre-Val de Loire

Liste rouge européenne des espèces menacées (UICN, 2012)

Liste rouge des espèces menacées en France, Mammifères de France métropolitaine (UICN France & MNHN, 2017)

LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable, DD : Données insuffisantes

Comparatif entre 2019 et 2020 :

La mortalité des chiroptères notée lors de ces suivis concerne principalement deux espèces, Pipistrelle commune et Noctule commune. La Pipistrelle commune est une espèce résidente tandis que la Noctule commune montre une présence marquée en période de regroupement automnal et migration. Les effectifs retrouvés sont croissants pour la Pipistrelle commune (7 individus en 2019, et 11 en 2020). Les effectifs retrouvés sont réguliers pour la Noctule commune (2 individus en 2019 et 5 en 2020). Les cas de collision de Noctule commune ont tous été notés entre août et octobre. Cinq autres espèces ont été retrouvées (2 Pipistrelles de Kuhl en 2019 et 2020, 3 Pipistrelles de Nathusius dont 2 en 2019 et 1 en 2020, Pipistrelle pygmée en 2019, 3 Pipistrelles communes/pygmées dont 1 en 2019 et 2 en 2020, 5 Noctules de Leisler dont 2 en 2019 et 3 en 2020).

2 Synthèse et analyse des résultats

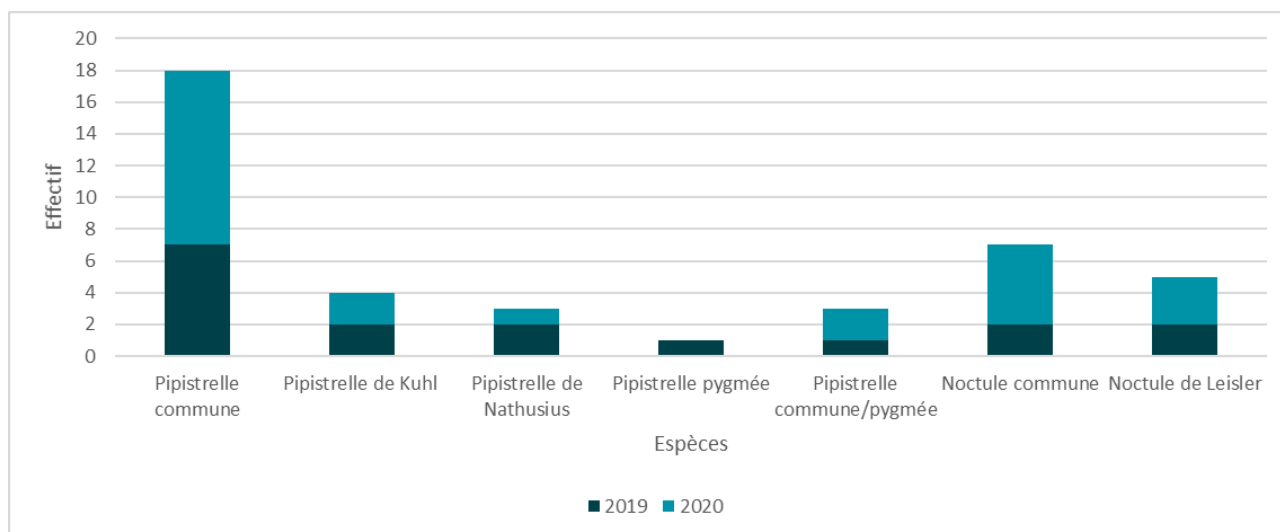


Figure 44 : Evolution de la mortalité des chiroptères selon les années sur le parc éolien de Chassepain

2.2 Analyse des résultats

Dans le cadre de cette étude, plusieurs formules ont été utilisées pour estimer la mortalité du parc éolien. Comme recommandé dans le protocole national, il s'agit des formules de Huso (2010), Erickson et al. (2000) et Korner-Nievergelt et al. (2011). Les tableaux suivants détaillent les différents résultats des différentes étapes de calcul nécessaire aux estimations de mortalités.

2.2.1 Résultats des tests de calcul des coefficients correcteurs

Coefficient correcteur de surface (a)

En 2019 :

Afin d'intégrer les surfaces non prospectées/non prospectables, nous avons calculé un coefficient de surface correspondant au taux de prospection de chaque passage de l'éolienne considérée (Tableau 20). La moyenne pondérée (par le temps entre passages) est le résultat retenu pour le calcul d'estimation de la mortalité par éolienne. Les coefficients correcteurs de surface moyens sont moyen à bon. Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 20 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 24 passages en 2019

	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10
Quantile 2.5%	0,17	0,18	0,43	0,28	0,13	0,14	0,12	0,42	0,08
Premier quartile	0,22	0,18	0,47	0,56	0,13	1,00	1,00	0,42	0,14
Moyenne	0,67	0,74	0,66	0,78	0,68	0,82	0,85	0,68	0,64
Moyenne pondérée	0,69	0,76	0,67	0,80	0,70	0,83	0,84	0,69	0,64
Médiane	0,95	1,00	0,75	0,95	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00
Troisième quartile	0,95	1,00	0,84	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Quantile 97.5%	0,17	0,18	0,43	0,28	0,13	0,14	0,12	0,42	0,08

● Erickson, W.P.; Johnson, G.D.; Strickland, M.; Kronner, K. (2000). *Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project.* pp 1-26.

● Huso, M. M. (2010). *An estimator of wildlife fatality from observed carcasses.* *Environmetrics*, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052

● Korner-Nievergelt, F., Korner-Nievergelt, P., Behr, O., Niermann, I., Brinkmann, R., & Hellriegel, B. (2011). *A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches.* *Wildlife Biology*, 17(4), 350-363. doi: 10.2981/10-121

2 Synthèse et analyse des résultats

En 2020 :

Afin d'intégrer les surfaces non prospectées/non prospectables, nous avons calculé un coefficient de surface correspondant au taux de prospection de chaque passage de l'éolienne considérée (

Tableau 21). La moyenne pondérée (par le temps entre passages) est le résultat retenu pour le calcul d'estimation de la mortalité par éolienne. Les coefficients correcteurs de surface moyens sont de moyen à bon (allant de 0,62 à 1). Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 21 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 20 passages

	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10
Quantile 2.5%	0,17	0,26	0,21	0,33	0,13	0,14	0,54	0,15	0,17
Premier quartile	0,22	0,26	0,21	0,60	0,16	0,14	1,00	1,00	0,79
Moyenne	0,60	0,78	0,64	0,65	0,66	0,61	0,96	0,89	0,79
Moyenne pondérée	0,62	0,81	0,67	0,66	0,68	0,62	1,00	0,90	0,83
Médiane	0,61	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Troisième quartile	1,00	1,00	1,00	0,72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Quantile 97.5%	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficient de persistance (s)

En 2019 :

À la suite des tests de persistance et des analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu comme modèle le plus parcimonieux (AIC weight = 0.99) : « **Persistance ~ Date + Turbid + Date:Turbid** ». Cela veut dire que la durée de persistance est variable entre les deux dates de tests mais aussi entre éoliennes. Le modèle intégré également une interaction entre l'effet date et l'effet éolienne ce qui signifie que l'évolution de la durée de persistance n'a pas de tendance homogène entre éoliennes entre les deux dates de tests (diminution, stabilité ou augmentation possible).

2 Synthèse et analyse des résultats

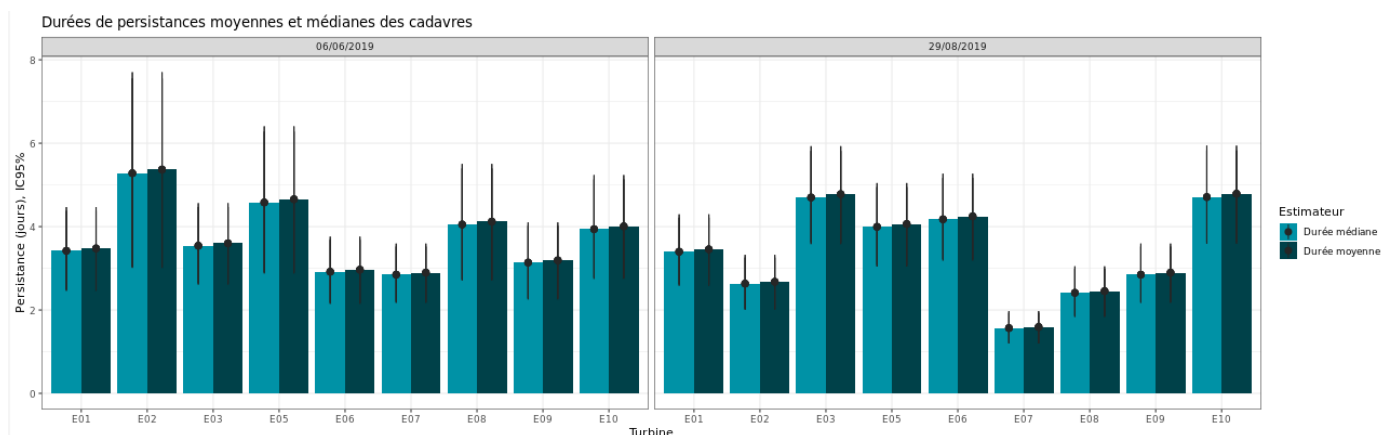


Figure 45 : Durées de persistance moyennes des cadavres et incertitudes (intervalles de confiance à 95%)

Tableau 22 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leurs intervalles de confiance à 95%. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.

	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10
Résultats du test du 06/06/2019									
Persistance moyenne (en jours)	3,5	5,4	3,6	4,7	3,0	2,9	4,1	3,2	4,0
Intervalle de confiance à 95%	[2,49 ; 4,47]	[3,04 ; 7,70]	[2,64 ; 4,56]	[2,90 ; 6,40]	[2,17 ; 3,76]	[2,20 ; 3,59]	[2,73 ; 5,50]	[2,28 ; 4,10]	[2,77 ; 5,24]
Résultats du test du 29/08/2019									
Persistance moyenne (en jours)	3,5	2,7	4,8	4,1	4,2	1,6	2,5	2,9	4,8
Intervalle de confiance à 95%	[2,62 ; 4,30]	[2,03 ; 3,32]	[3,62 ; 5,93]	[3,08 ; 5,04]	[3,22 ; 5,27]	[1,21 ; 1,97]	[1,86 ; 3,05]	[2,20 ; 3,59]	[3,63 ; 5,94]

L'ensemble des éoliennes présente donc un temps moyen de persistance globalement entre 2 et 5 jours ce qui est considéré comme une prédation forte (4 jours) à très forte (2 jours). Les intervalles de confiance montrent que l'estimation de la prédation est assez bonne.

En 2020 :

Suite aux tests de persistance et aux analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu comme modèle le plus parcimonieux (AIC weight = 0.92) : « **Persistance ~ Date + Turbid + Date : Turbid** ». Cela veut dire que la durée de persistance est variable entre les deux dates de tests mais aussi entre éoliennes. Le modèle intègre également une interaction entre l'effet date et l'effet éolienne, ce qui signifie que l'évolution de la durée de persistance n'a pas de tendance homogène entre éoliennes entre les deux dates de tests (diminution, stabilité ou augmentation possible).

2 Synthèse et analyse des résultats

Durées de persistance moyennes et médianes des cadavres

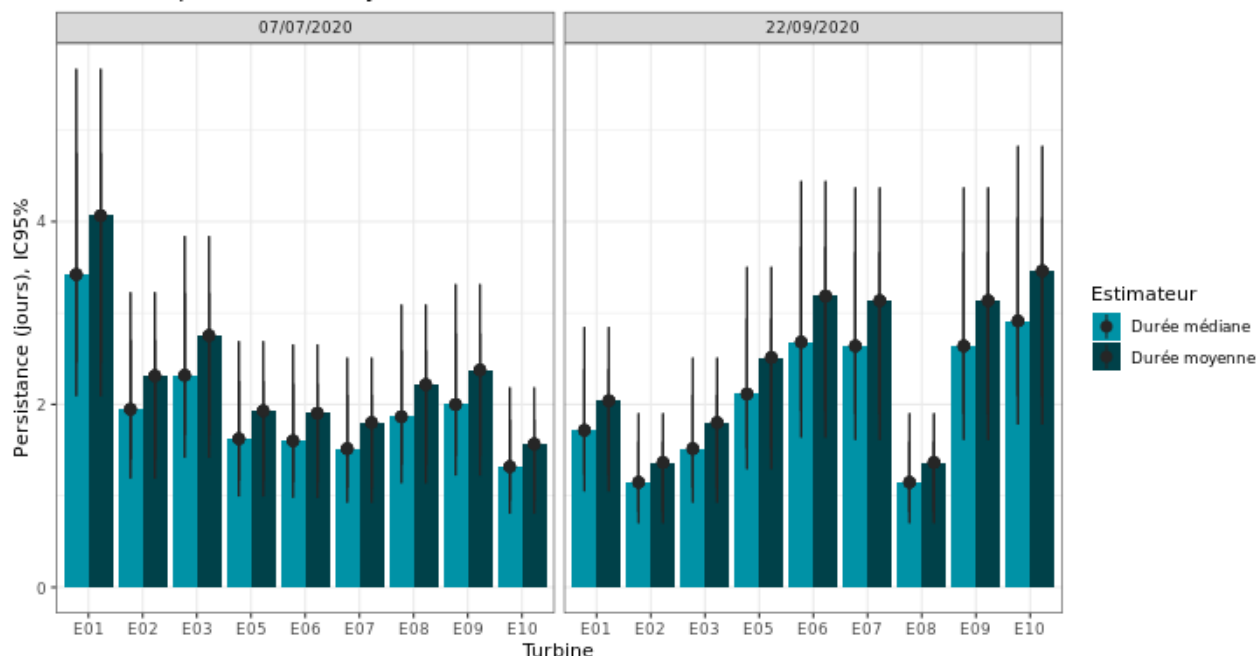


Figure 46 : Durées de persistance moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation

L'ensemble des éoliennes présente donc un temps moyen de persistance globalement proche de 3 jours lors du premier test réalisé début juillet (2,33 jours en moyenne pour les neuf éoliennes) puis inférieur à 4 jours lors du second test (2,45 jours en moyenne pour les neuf éoliennes). Les intervalles de confiance montrent que l'évaluation de la prédation est assez bonne.

Tableau 23 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance pour chacune des neuf éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.

	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10
Résultats du test du 07/07/2020									
Persistance moyenne (en jours)	4,1	2,3	2,8	1,9	1,9	1,8	2,2	2,4	1,6
Intervalle de confiance à 95%	[2,46 ; 5,67]	[1,4 ; 3,23]	[1,67 ; 3,84]	[1,17 ; 2,69]	[1,15 ; 2,66]	[1,09 ; 2,51]	[1,34 ; 3,09]	[1,44 ; 3,31]	[0,95 ; 2,19]
Résultats du test du 22/09/2020									
Persistance moyenne (en jours)	2,0	1,4	1,8	2,5	3,2	3,1	1,4	3,1	3,5
Intervalle de confiance à 95%	[1,24 ; 2,85]	[0,83 ; 1,9]	[1,09 ; 2,51]	[1,52 ; 3,51]	[1,93 ; 4,44]	[1,9 ; 4,37]	[0,3 ; 1,9]	[1,9 ; 4,37]	[2,09 ; 4,83]

Comparatif entre 2019 et 2020 :

2 Synthèse et analyse des résultats

Comparativement aux résultats des tests antérieurs, les valeurs obtenues sont assez proches des résultats des tests de 2019 (pour certaines éoliennes) correspondant à une prédation forte. Néanmoins, il semble ressortir une diminution globale de la persistance. Entre 2019 et 2020, passe de 3 à 5,5 jours à 1,5 à 3,5 jours. Ceci montre prédation forte (< à 7 jours) à très forte (< à 7/2 jours). Ceci a des conséquences sur l'estimation de la mortalité la plus probable.

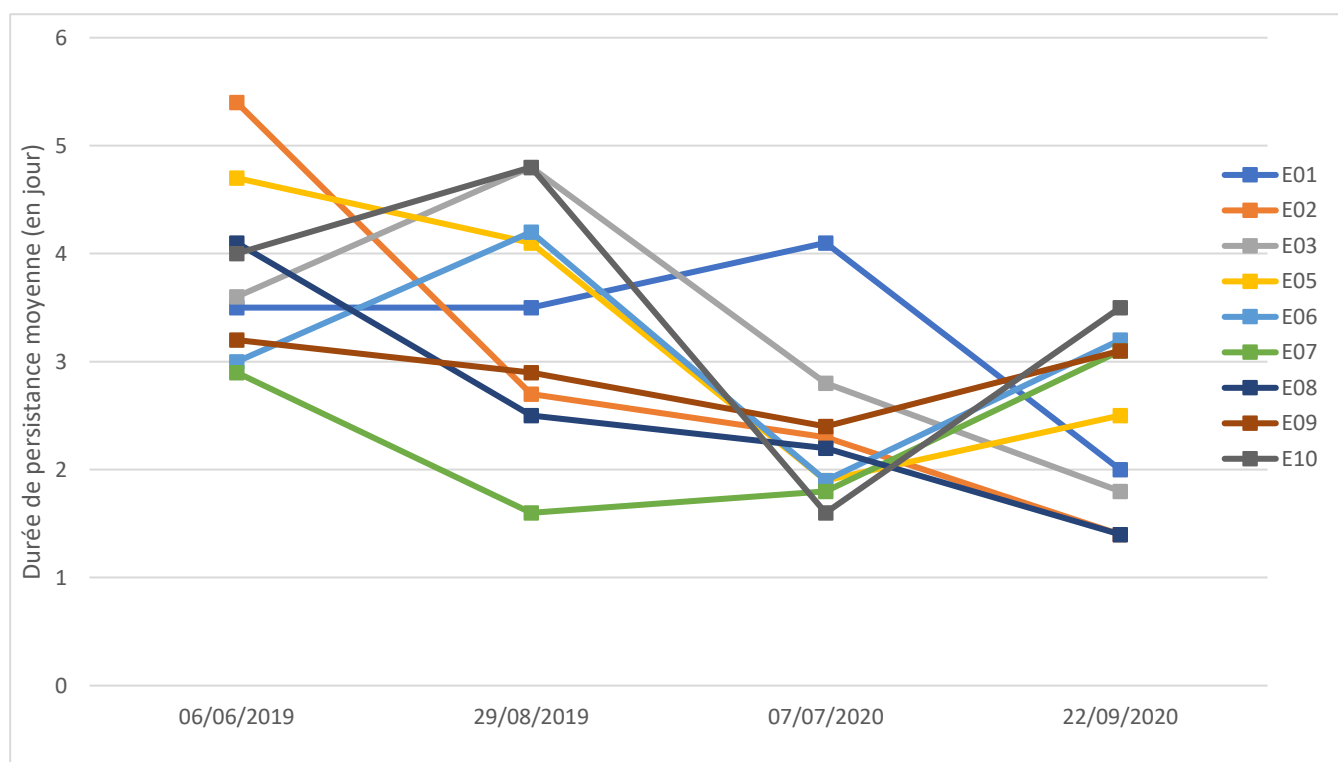


Figure 47 : Evolution de la durée de persistance moyenne par éolienne obtenue sur l'ensemble des suivis de mortalité réalisés entre 2019 et 2020

Coefficient d'efficacité de recherche (f)

En 2019 :

À la suite des tests d'efficacité de recherche, les analyses statistiques basées sur la sélection de modèles n'ont pas permis de retenir un modèle du fait de l'absence de deux catégories d'occupation du sol non testée que sont « la chaume » et « le maïs ». Nous avons donc sélectionné le modèle complet « **Trouve ~ Hmoy + OCS** » pour réaliser les interpolations. Nous avons ensuite renseigné à dire d'expert les cas de figure manquants (extrapolations) en s'appuyant sur les observations (résultats des tests) et les prédictions du modèle (estimations et interpolations). Nous avons ainsi pu déterminer les probabilités de détection pour tous les cas de figure d'occupations du sol et de hauteurs de végétation rencontrés par l'observateur durant le suivi.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 24 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi.

Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
Céréale 8cm	0,27 [0,1 ; 0,54]	0,27 [0,07 ; 0,47]	Estimation	Céréale 0cm	0,39 [0,11 ; 0,77]		Interpolation
Colza 5cm	0,73 [0,46 ; 0,9]	0,73 [0,53 ; 0,93]	Estimation	Céréale 2cm	0,35 [0,11 ; 0,7]		Interpolation
Déchaume 2cm	0,87 [0,6 ; 0,97]	0,82 [0,55 ; 1]	Estimation	Céréale 5cm	0,31 [0,11 ; 0,61]		Interpolation
Déchaume 2cm	0,87 [0,6 ; 0,97]	0,82 [0,55 ; 1]	Estimation	Céréale 10cm	0,24 [0,09 ; 0,51]		Interpolation
Déchaume 5cm	0,85 [0,54 ; 0,96]	1 [1 ; 1]	Estimation	Céréale 10cm	0,24 [0,09 ; 0,51]		Interpolation
Friche 0cm	0,9 [0,49 ; 0,99]	1 [1 ; 1]	Estimation	Céréale 15cm	0,18 [0,05 ; 0,52]		Interpolation
Friche 15cm	0,75 [0,43 ; 0,92]	0,7 [0,4 ; 1]	Estimation	Céréale 18cm	0,15 [0,03 ; 0,54]		Interpolation
Plateforme 0cm	0,87 [0,69 ; 0,95]	0,87 [0,73 ; 0,97]	Estimation	Colza 0cm	0,8 [0,49 ; 0,94]		Interpolation
Plateforme 0cm	0,87 [0,69 ; 0,95]	0,87 [0,73 ; 0,97]	Estimation	Colza 2cm	0,77 [0,49 ; 0,92]		Interpolation
Prairie 10cm	0,75 [0,53 ; 0,89]	0,71 [0,47 ; 0,94]	Estimation	Colza 8cm	0,69 [0,39 ; 0,89]		Interpolation
Prairie 18cm	0,63 [0,39 ; 0,83]	0,69 [0,46 ; 0,92]	Estimation	Colza 10cm	0,66 [0,33 ; 0,89]		Interpolation
Sol champ nu 0cm	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation	Colza 15cm	0,58 [0,18 ; 0,9]		Interpolation
Sol champ nu 0cm	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation	Colza 18cm	0,53 [0,11 ; 0,91]		Interpolation
Chaume 2cm	0,87 [0,6 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Extrapolation	Déchaume 0cm	0,89 [0,62 ; 0,97]		Interpolation
Chaume 2cm	0,87 [0,6 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Extrapolation	Déchaume 0cm	0,89 [0,62 ; 0,97]		Interpolation
Chaume 5cm	0,85 [0,54 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Extrapolation	Déchaume 8cm	0,82 [0,46 ; 0,96]		Interpolation
Chaume 10cm	0,8 [0,39 ; 0,96]	0 [0 ; 0]	Extrapolation	Déchaume 10cm	0,8 [0,39 ; 0,96]		Interpolation
Chaume 15cm	0,74 [0,21 ; 0,97]	0 [0 ; 0]	Extrapolation	Déchaume 15cm	0,74 [0,21 ; 0,97]		Interpolation
Chemin d'accès 0cm	0,87 [0,69 ; 0,95]		Extrapolation	Déchaume 18cm	0,7 [0,14 ; 0,97]		Interpolation
Friche 20cm	0,68 [0,27 ; 0,93]		Extrapolation	Friche 2cm	0,88 [0,51 ; 0,98]		Interpolation
Friche 25cm	0,6 [0,13 ; 0,94]		Extrapolation	Friche 5cm	0,86 [0,53 ; 0,97]		Interpolation
Friche 30cm	0,52 [0,05 ; 0,95]		Extrapolation	Friche 8cm	0,83 [0,54 ; 0,95]		Interpolation
Friche 35cm	0,43 [0,02 ; 0,97]		Extrapolation	Friche 10cm	0,81 [0,53 ; 0,94]		Interpolation
Friche 40cm	0,35 [0,01 ; 0,98]		Extrapolation	Friche 18cm	0,71 [0,34 ; 0,92]		Interpolation

2 Synthèse et analyse des résultats

Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
Prairie 20cm	0,6 [0,31 ; 0,83]		Extrapolation	Plateforme 2cm	0,85 [0,65 ; 0,95]		Interpolation
Prairie 20cm	0,6 [0,31 ; 0,83]		Extrapolation	Plateforme 5cm	0,82 [0,56 ; 0,94]		Interpolation
Prairie 25cm	0,52 [0,15 ; 0,87]		Extrapolation	Plateforme 8cm	0,79 [0,43 ; 0,95]		Interpolation
Prairie 30cm	0,43 [0,06 ; 0,9]		Extrapolation	Plateforme 10cm	0,77 [0,35 ; 0,95]		Interpolation
Semis 2cm	0,87 [0,6 ; 0,97]		Extrapolation	Plateforme 15cm	0,7 [0,17 ; 0,96]		Interpolation
Semis 5cm	0,27 [0,1 ; 0,54]		Extrapolation	Plateforme 18cm	0,65 [0,1 ; 0,97]		Interpolation
				Prairie 0cm	0,86 [0,4 ; 0,98]		Interpolation
				Prairie 2cm	0,84 [0,43 ; 0,97]		Interpolation
				Prairie 2cm	0,84 [0,43 ; 0,97]		Interpolation
				Prairie 5cm	0,81 [0,48 ; 0,95]		Interpolation
				Prairie 5cm	0,81 [0,48 ; 0,95]		Interpolation
				Prairie 8cm	0,78 [0,51 ; 0,92]		Interpolation
				Prairie 15cm	0,68 [0,48 ; 0,83]		Interpolation
				Sol champ nu 2cm	1 [0 ; 1]		Interpolation

Les taux d'efficacité prédits des zones prospectées sont très variables en fonction du recouvrement végétal. Il est globalement bon mais diminue de façon importante lorsque les hauteurs de végétation dépassent les 30 cm. Les valeurs de détection vont de 0,15 au minimum (céréales de 18 cm de hauteur) à 1 au maximum (absence ou faible hauteur de végétation) suivant les milieux prospectés.

En 2020 :

À la suite des tests d'efficacité de recherche, les analyses statistiques basées sur la sélection de modèles n'ont pas permis de retenir un modèle du fait de l'absence de deux catégories d'occupation du sol non testées qui sont « le colza » et « le labours ». Nous avons donc sélectionné le modèle complet « **Trouve ~ OCS + Hmoy** » pour réaliser les interpolations. Nous avons ensuite renseigné à dire d'expert les cas de figure manquants (extrapolations) en s'appuyant sur les observations (résultats des tests) et les prédictions du modèle (estimations et interpolations). Nous avons ainsi pu déterminer les probabilités de détection pour tous les cas de figure d'occupations du sol et de hauteurs de végétation rencontrés par l'observateur durant le suivi.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 25 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées à dire d'expert sont indiquées en gras.

Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
Plateforme 0cm	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation	Chaume 0cm	0,94 [0,25 ; 1]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Plateforme 0cm	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation	Déchaume 0cm	1 [0 ; 1]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 5cm	0,88 [0,38 ; 0,99]	0,8 [0,4 ; 1]	Estimation	Déchaume 0cm	1 [0 ; 1]	0 [0 ; 0]	Interpolation
Chaume 5cm	0,88 [0,38 ; 0,99]	0,8 [0,4 ; 1]	Estimation	Friche 0cm	1 [0 ; 1]		Interpolation
Déchaume 5cm	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation	Prairie 0cm	0,97 [0,71 ; 1]		Interpolation
Déchaume 5cm	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation	Plateforme 5cm	1 [0 ; 1]		Interpolation
Friche 5cm	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation	Chaume 10cm	0,79 [0,47 ; 0,94]		Interpolation
Friche 5cm	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation	Déchaume 10cm	1 [0 ; 1]		Interpolation
Prairie 5cm	0,94 [0,76 ; 0,99]	1 [1 ; 1]	Estimation	Plateforme 10cm	1 [0 ; 1]		Interpolation
Prairie 5cm	0,94 [0,76 ; 0,99]	1 [1 ; 1]	Estimation	Déchaume 15cm	1 [0 ; 1]		Interpolation
Friche 10cm	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation	Plateforme 15cm	1 [0 ; 1]		Interpolation
Prairie 10cm	0,89 [0,63 ; 0,98]	0,82 [0,55 ; 1]	Estimation	Prairie 15cm	0,81 [0,27 ; 0,98]		Interpolation
Chaume 15cm	0,66 [0,34 ; 0,88]	0,7 [0,4 ; 1]	Estimation				
Chaume 15cm	0,66 [0,34 ; 0,88]	0,7 [0,4 ; 1]	Estimation				
Friche 15cm	1 [0 ; 1]	1 [1 ; 1]	Estimation				
Friche 20cm	1 [0 ; 1]		Extrapolation				
Friche 30cm	1 [0 ; 1]		Extrapolation				
Friche 25cm	1 [0 ; 1]		Extrapolation				
Prairie 20cm	0,68 [0,05 ; 0,99]		Extrapolation				
Prairie 25cm	0,52 [0,01 ; 0,99]		Extrapolation				
Déchaume 20cm	1 [0 ; 1]		Extrapolation				
Labours 0cm	1 [0 ; 1]		Extrapolation				
Labours 0cm	1 [0 ; 1]		Extrapolation				

2 Synthèse et analyse des résultats

Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
Colza 20cm	0,58 [0,18 ; 0,9]		Extrapolation				
Colza 10cm	0,73 [0,46 ; 0,9]		Extrapolation				
Colza 5cm	0,73 [0,46 ; 0,9]	1 [1 ; 1]	Extrapolation				

Les taux d'efficacité prédits des zones prospectées sont très variables en fonction du recouvrement végétal. Ils sont globalement satisfaisants avec une gamme de valeurs allant de 0,52 au minimum (prairie avec 25 cm de hauteur) à 1,00 au maximum (absence de végétation, et végétation rase) suivant les milieux prospectés.

2 Synthèse et analyse des résultats

2.2.2 Estimation de la mortalité

En 2019 :

Les calculs d'estimation de mortalité ont été réalisés strictement à partir des cadavres trouvés et pour lesquels l'origine de la mort est imputable de façon certaine aux éoliennes. Par ailleurs, seules les observations réalisées à partir du 2ème passage ont été prises en compte (un cadavre de Linotte mélodieuse avait été découvert lors du premier passage le 15 mai 2019 au niveau de l'éolienne E06). En effet, l'observation faite au 1er passage concerne un cas de mortalité qui ne s'est pas produit pendant la période du suivi mais antérieurement à celui-ci. Ainsi, le 1er passage permet d'établir un état zéro afin de garantir que toute nouvelle découverte de cadavre s'est bien produite dans l'intervalle précédent chaque passage.

La probabilité de détection $P(s,f)$ est faible de manière générale (entre 0,15 et 0,43 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique (a) est globalement moyenne à bonne (entre 64% et 84% de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0,10 à 0,30, c'est à dire un facteur démultiplicateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 3,37 à 9,66. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 3 et 9 fois plus importante que celle observée suivant les éoliennes et la méthode d'estimation sélectionnée. De plus, les intervalles de confiance sont de fait plutôt importants (détection globale faible).**

L'éolienne E07 est l'éolienne qui a la plus faible probabilité de détection globale, E05 a les probabilités de détection globale les plus fortes mais qui reste dans l'absolu faibles.

Tableau 26 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation

	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10
Probabilités globales de détection $P(s,f)$									
Huso (2010)	0,39	0,41	0,37	0,41	0,33	0,24	0,32	0,34	0,32
Erickson et al. (2000)	0,4	0,42	0,39	0,43	0,34	0,24	0,33	0,35	0,43
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,33	0,38	0,35	0,4	0,28	0,15	0,26	0,26	0,41
Coefficient correcteur de surface a									
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,69	0,76	0,67	0,80	0,70	0,83	0,84	0,69	0,64
Probabilités globales de détection $a \times P(s,f)$									
Huso (2010)	0,27	0,28	0,26	0,28	0,23	0,17	0,22	0,23	0,22
Erickson et al. (2000)	0,28	0,29	0,27	0,30	0,23	0,17	0,23	0,24	0,30
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,23	0,26	0,24	0,28	0,19	0,10	0,18	0,18	0,28

En 2020 :

Les calculs d'estimation de mortalité ont été réalisés strictement à partir des cadavres trouvés et pour lesquels l'origine de la mort est imputable de façon certaine aux éoliennes. Par ailleurs, seules les observations réalisées à partir du 2ème passage ont été prises en compte (aucun

2 Synthèse et analyse des résultats

cadavre n'a été découvert lors du premier passage le 09 juin 2020). En effet, les observations faites au 1^{er} passage concernent des cas de mortalité qui ne se sont pas produits pendant la période du suivi mais antérieurement à celui-ci. Ainsi, le 1^{er} passage permet d'établir un état zéro afin de garantir que toute nouvelle découverte de cadavre s'est bien produite dans l'intervalle précédent chaque passage.

La probabilité de détection $P(s,f)$ est faible de manière générale (entre 0,14 et 0,37 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique (a) est globalement moyenne à bonne (entre 62% et 100% de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0,10 à 0,31, c'est à dire un facteur démultiplicateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 3,27 à 9,95. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 3 et 9 fois plus importante que celle observée suivant les éoliennes et la méthode d'estimation sélectionnée. De plus, les intervalles de confiance sont de fait plutôt importants (détection globale faible).**

L'éolienne E03 est l'éolienne qui a la plus faible probabilité de détection globale, E09 a la probabilité de détection globale la plus forte mais qui reste dans l'absolu assez faible.

Tableau 27 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation

	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10
Probabilité détection $P(s,f)$									
Huso (2010)	0,37	0,25	0,23	0,28	0,27	0,32	0,23	0,34	0,32
Erickson et al. (2000)	0,37	0,25	0,24	0,28	0,28	0,32	0,24	0,34	0,32
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,28	0,14	0,15	0,18	0,19	0,21	0,13	0,24	0,22
Coefficient correcteur de surface a									
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,62	0,81	0,67	0,66	0,68	0,62	1,00	0,90	0,83
Probabilité globale de détection $a \times P(s,f)$									
Huso (2010)	0,23	0,20	0,15	0,18	0,18	0,20	0,23	0,31	0,27
Erickson et al. (2000)	0,23	0,20	0,16	0,18	0,19	0,20	0,24	0,31	0,27
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,17	0,11	0,10	0,12	0,13	0,13	0,13	0,22	0,18

Comparatif entre 2019 et 2020 :

Comparativement aux suivis antérieurs, et en prenant la méthode de Huso (2010) comme référence, les probabilités globales de détection sont assez variables suivant les années et les éoliennes. Pour être plus explicite, si l'on regarde le facteur multiplicateur qui relie la mortalité probable et la mortalité observée (soit l'inverse de $a \times P(s,f)$), on remarque que sur les 2 années de suivi, ce taux est en moyenne rester stable entre 2019 et 2020 ou du moins ne semble montrer de variation significative.

2 Synthèse et analyse des résultats

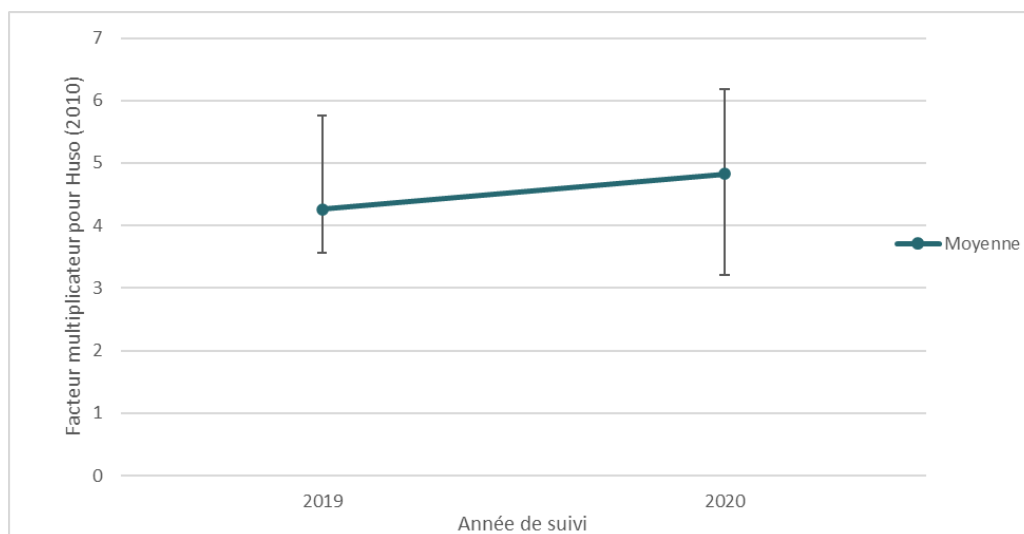


Figure 48 : Evolution de la moyenne du facteur multiplicateur de la formule de Huso (2010) pour les 9 éoliennes lors des suivis 2019 et 2020

Estimation de la mortalité des chiroptères

En 2019 :

Tableau 28 : Estimation de la mortalité la plus probable de chiroptères au sein du parc de Chassepain sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	4	2	3	1	3	0	2	1	1	17
Huso (2010) [IC 95%]	14 [6 ; 32]	6 [2 ; 18]	12 [4 ; 28]	3 [1 ; 12]	13 [4 ; 31]	0 [0 ; 13]	7 [2 ; 20]	4 [1 ; 18]	3 [1 ; 15]	62
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	14 [6 ; 31]	6 [2 ; 17]	11 [4 ; 27]	2 [1 ; 11]	12 [4 ; 30]	0 [0 ; 13]	7 [2 ; 20]	4 [1 ; 18]	3 [1 ; 15]	59
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	17 [7 ; 39]	6 [2 ; 19]	12 [4 ; 30]	3 [1 ; 12]	15 [5 ; 37]	0 [0 ; 23]	8 [2 ; 26]	5 [1 ; 24]	3 [1 ; 16]	69

2 Synthèse et analyse des résultats

- *Éolienne E01*

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découvertes de cadavres (n=4) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E01 sont comprises entre 14 et 17 individus sur une période de 160 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95%) allant de 31 à 39 individus et minimum allant de 6 à 7 individus. Les 4 observations ont été réalisées sur une période assez courte entre le 02 septembre 2019 et le 18 septembre 2019.

- *Éolienne E06*

L'éolienne E06 est celle qui présente les estimations avec les plus fortes incertitudes. Le nombre maximum (IC 95%) de l'effectif impacté est compris entre 30 et 37 chiroptères, ce qui correspond à la l'estimation la plus probable de E01 qui est la première éolienne la plus impactante pour les chiroptères (observations et estimations confondues).

- *Ensemble du parc*

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est comprise entre 59 et 69 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), les effectifs impactés sont de 21 à 23 individus au minimum et de 182 à 226 individus au maximum pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude moyenne.

L'éolienne E01 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E03, E06, E08, E02, E09, E10, E05 et E07.

Au regard des résultats et des estimations, il apparait que les éoliennes E01, E03 et E06 sont les éoliennes les plus impactantes pour les chauves-souris. Les autres éoliennes semblent l'être moins. Pour l'éolienne E07, il apparait difficile de dire si elle a un impact ou non. Bien qu'aucune chauve-souris n'ait été observée, les résultats de montre de forte incertitude pour cette éolienne.

Les 17 observations ont été réalisées sur 84 jours centrés sur la fin de la période estivale (du 26 juin au 18 septembre : 1 découverte en juin, 3 découvertes en juillet, 6 découvertes en août, 7 découvertes en septembre).

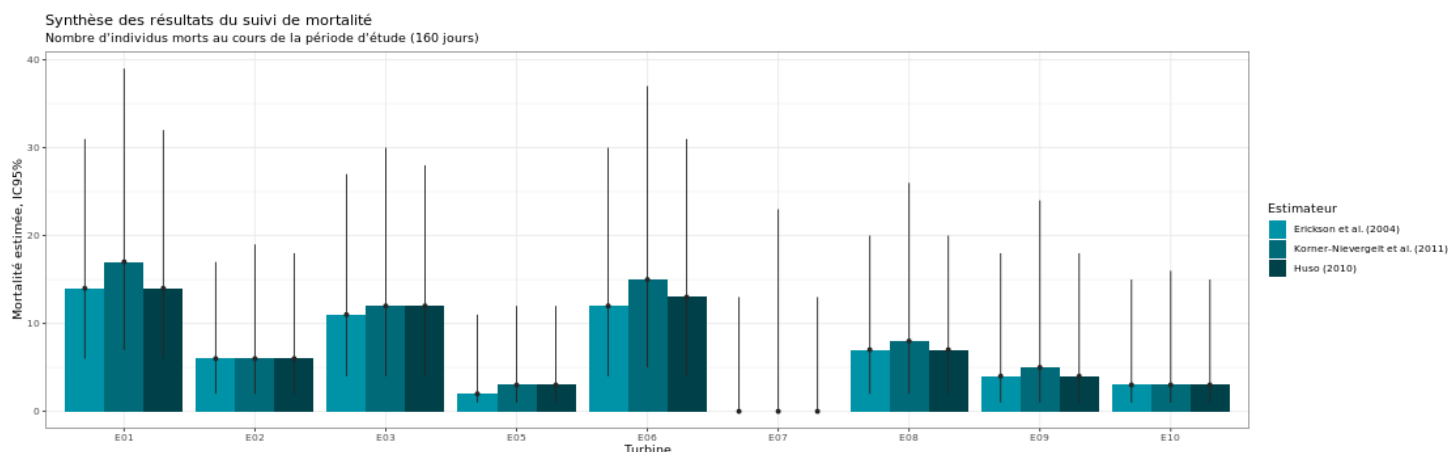


Figure 49 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères sur le parc éolien de Chassepain au cours du suivi de mai à octobre 2019

2 Synthèse et analyse des résultats

En 2020 :

- *Éolienne E05*

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découvertes de cadavres (n=5) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E05 sont comprises entre 26 et 43 individus sur une période de 133 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95%) allant de 54 à 90 individus et minimum allant de 11 à 17 individus. Les 5 observations ont été réalisées sur une période assez étendue entre le 11 août 2020 et le 20 octobre 2020.

- *Éolienne E06*

L'éolienne E06 est celle qui présente la découverte de cadavre la plus faible (n=0). Le nombre maximum (IC 95%) de l'effectif impacté est entre 14 et 22 chauves-souris. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E06, sont d'aucune mortalité sur une période de 133 jours.

Tableau 29 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Chassepain sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	3	3	3	5	0	3	2	4	1	24
Huso (2010) [IC 95%]	13 [4 ; 31]	14 [5 ; 36]	19 [6 ; 48]	26 [11 ; 54]	0 [0 ; 14]	15 [5 ; 37]	8 [2 ; 24]	13 [5 ; 27]	3 [1 ; 15]	111
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	13 [4 ; 31]	14 [5 ; 36]	19 [6 ; 48]	26 [11 ; 54]	0 [0 ; 14]	15 [5 ; 37]	8 [2 ; 24]	12 [5 ; 27]	3 [1 ; 15]	110
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	17 [5 ; 42]	26 [8 ; 68]	30 [8 ; 78]	43 [17 ; 90]	0 [0 ; 22]	22 [7 ; 57]	15 [3 ; 48]	18 [7 ; 40]	5 [1 ; 23]	176

- *Ensemble du parc*

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est comprise entre 110 et 176 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), les effectifs impactés sont de 39 à 56 individus au minimum et de 286 à 468 individus au maximum pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

Les 24 observations ont été réalisées sur 70 jours centrés sur la période estivale (du 11 août au 20 octobre : 4 découvertes en juillet, 13 découvertes en août, 6 découvertes en septembre et 1 découverte en octobre).

L'éolienne E05 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E03, E02, E07, E09, E01, E08, E10 et E06. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres. Au regard des résultats et des estimations, il apparaît que les éoliennes E05, E03 et E02 sont les plus impactantes pour les chauves-souris. Pour l'éolienne E06, il apparaît difficile de dire si elle a un impact ou non. Bien qu'aucune chauve-souris n'ait été observée, les résultats démontrent de forte incertitude pour cette éolienne.

2 Synthèse et analyse des résultats

Synthèse des résultats du suivi de mortalité

Nombre d'individus morts au cours de la période d'étude (133 jours)

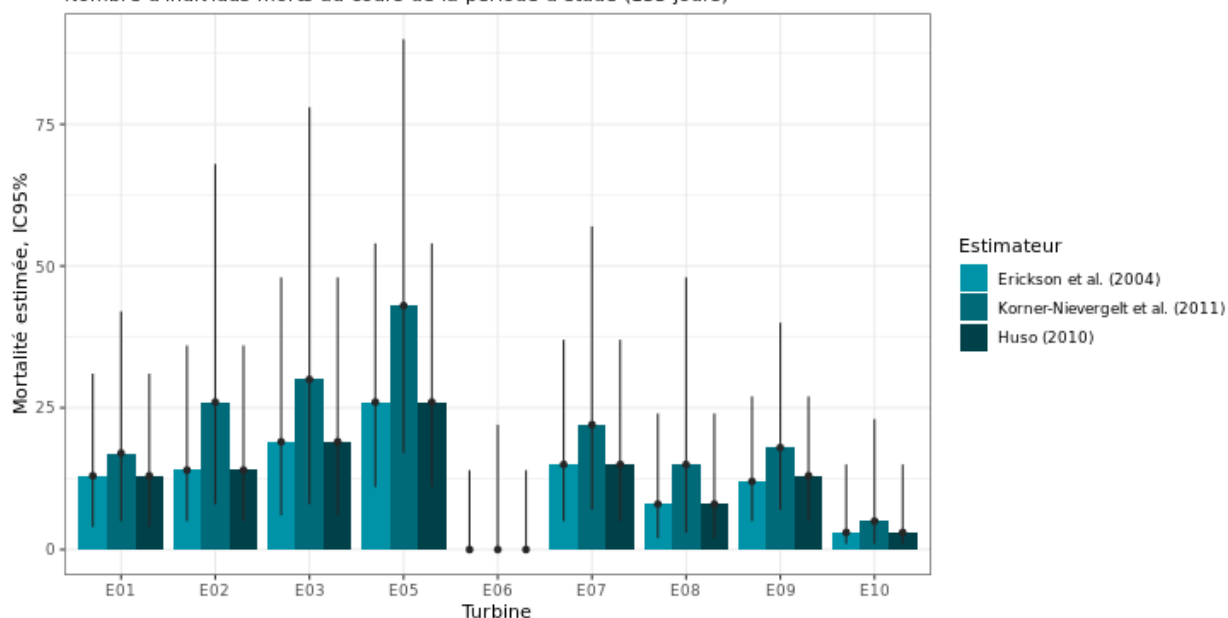


Figure 50 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Chassepain au cours du suivi de 2020 sur 133 jours

Comparatif entre 2019 et 2020 :

Afin de pouvoir mieux comparer les résultats du suivi 2020 et celui de l'année précédente, notamment en termes d'intervalles de confiance à 95%, nous avons repris les résultats antérieurs d'estimations de mortalité et utilisé le théorème de Bayes pour calculer les incertitudes des estimations (intervalles de confiance à 95%) à partir du nombre d'observation et des probabilités globales de détection.

2 Synthèse et analyse des résultats

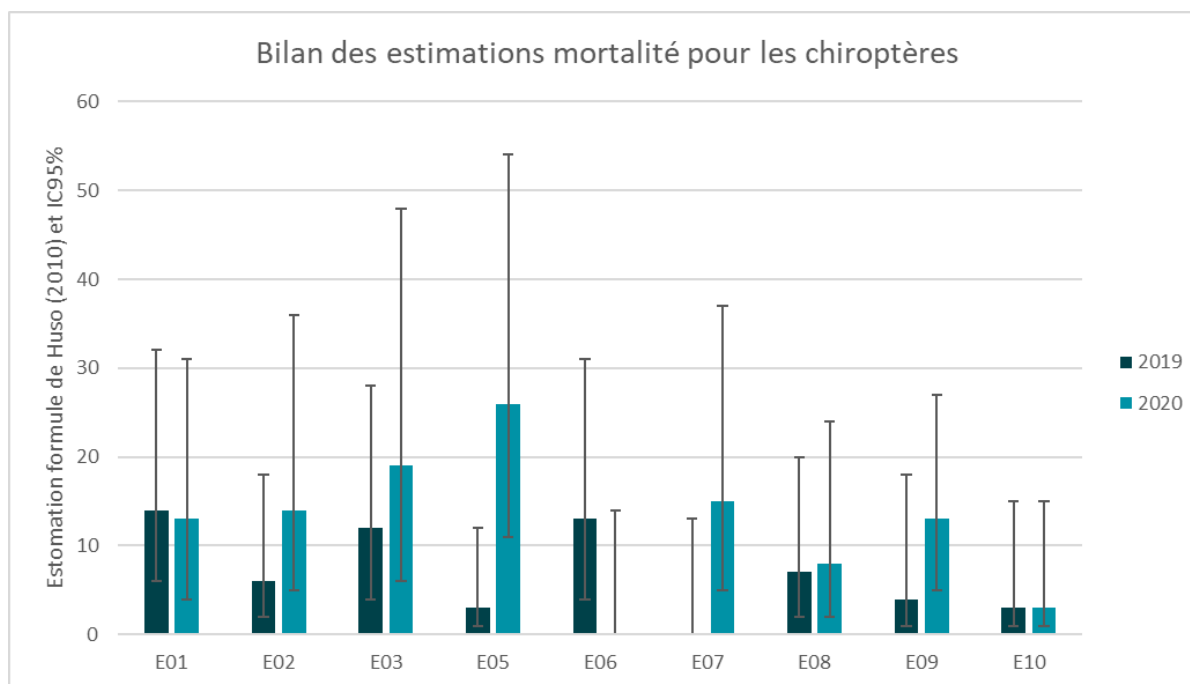


Figure 51 : Bilan de la mortalité probable (et intervalle de confiance à 95%) pour les suivis 2019 à 2020 pour le parc éolien de Chassepain pour les chiroptères

En considérant l'évolution des probabilités globales de détection dans le temps (probabilités de détection stables entre 2019 et 2020), les variations observées entre 2019 et 2020 ne semble pas significative. Bien que l'on ait observée une augmentation du nombre chiroptère en 2020. Cette augmentation est presque significative au niveau de l'éolienne E05.

En mortalité observée, l'augmentation du nombre de cadavres retrouvés est toutefois nette (17 cadavres trouvés en 2019 centrés sur 84 jours, et 24 cadavres trouvés en 2020 centrés sur 70 jours). D'autant plus qu'entre 2019 et 2020, la détection globale des cadavres est plus faible (cf Coef persistance et Coef surface)

Les intervalles de confiance à 95% fournissent des résultats pouvant être complexes à interpréter, au regard de l'approche précautionneuse (gamme très large entre les minima et maxima probables à 95%). Cependant il ressort :

- Un intervalle de confiance à 95% pour E06 qui est fortement réduit par rapport au suivi de 2019
- Un intervalle de confiance à 95% pour E10 identique par rapport à celui de l'année précédente
- Des intervalles à 95% compris entre 2 et des maxima plus forts à ceux du suivi passé.

2 Synthèse et analyse des résultats

Estimation de la mortalité pour l'avifaune

En 2019 :

Tableau 30 : Estimation de la mortalité la plus probable des oiseaux au sein du parc de Chassepain sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Total parc
Mortalité observée de l'avifaune	1	2	1	1	3	2	1	0	0	11
Huso (2010) [IC 95%]	3 [1 ; 15]	6 [2 ; 18]	4 [1 ; 17]	3 [1 ; 12]	13 [4 ; 31]	10 [2 ; 30]	3 [1 ; 15]	0 [0 ; 11]	0 [0 ; 9]	42
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	3 [1 ; 15]	6 [2 ; 17]	3 [1 ; 16]	2 [1 ; 11]	12 [4 ; 30]	10 [2 ; 29]	3 [1 ; 15]	0 [0 ; 11]	0 [0 ; 9]	39
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	4 [1 ; 19]	6 [2 ; 19]	4 [1 ; 18]	3 [1 ; 12]	15 [5 ; 37]	16 [3 ; 49]	4 [1 ; 19]	0 [0 ; 15]	0 [0 ; 9]	52

- *Éolienne E06*

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découverte de cadavres (n=3) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E06, sont comprises entre 12 et 15 individus sur une période de 160 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95%) allant de 30 à 37 individus et minimum allant de 4 à 5 individus. Les 3 observations ont été réalisées sur une période étendue, entre le 15 mai 2019 et le 31 juillet 2019.

- *Éolienne E07*

L'éolienne E07 est celle qui présente les estimations avec les plus fortes incertitudes. Le nombre maximum (IC 95%) de l'effectif impacté est compris entre 29 et 49 oiseaux, ce qui correspond à l'estimation la plus probable de E06 qui est la première éolienne la plus impactante pour les oiseaux (observations et estimations confondues).

- *Ensemble du parc*

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est comprise entre 42 et 52 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), les effectifs impactés sont de 12 à 14 individus au minimum et de 153 à 197 individus au maximum pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude moyenne.

Les indices de confiance mettent en évidence l'incertitude importante existant sur l'éolienne E07, variant de 3 individus touchés à 56. Les indices de confiance mettent également en évidence une incertitude assez importante sur l'éolienne E06.

L'éolienne E06 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E07, E02, E01, E03, E05, E08, E09 et E10. Les deux éoliennes E06 et E07 montrent un impact plus important sur les oiseaux en comparaison avec les autres éoliennes.

Les éoliennes E01, E02, E03, E05, E08 et E09 présentent un nombre maximal d'individus possiblement touchés inférieur à environ 20 oiseaux. L'éolienne E10 présente un nombre maximal d'environ 10 oiseaux.

Les 11 observations ont été réalisées sur 135 jours centrés sur la période estivale et le début de la période automnale (du 20 mai au 02 octobre : 1 découverte en mai, 2 découvertes en juin, 4

2 Synthèse et analyse des résultats

découvertes en juillet, 1 découverte en août, 2 découvertes en septembre, 1 découverte en octobre).

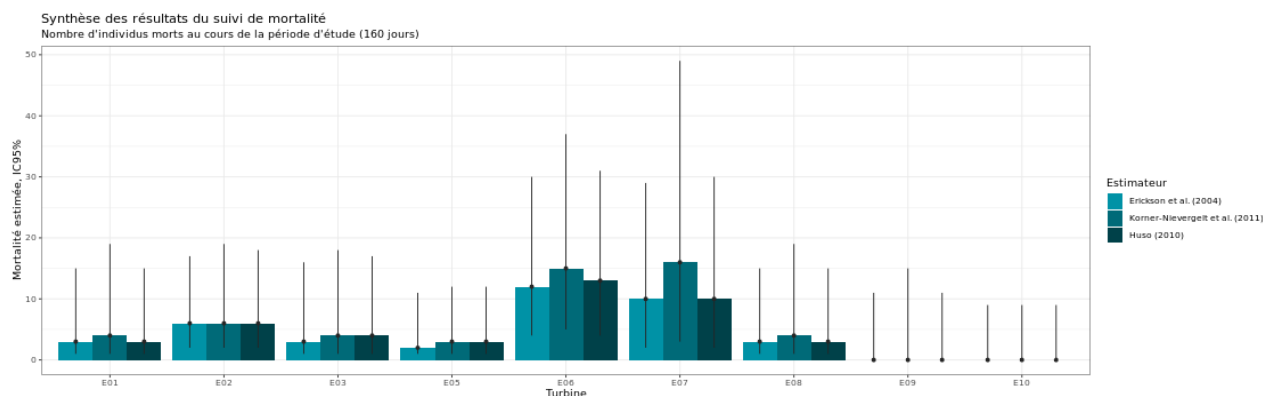


Figure 52 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Chassepain au cours du suivi de mai à octobre 2019

En 2020 :

- *Éolienne E02*

C'est l'une des trois éoliennes présentant le plus de découverte de cadavres (n=3). Cependant, c'est elle qui présente la mortalité la plus probable la plus forte. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E02, sont comprises entre 14 et 26 individus sur une période de 133 jours. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95%) allant de 36 à 68 individus et minimum allant de 5 à 8 individus. Les 3 observations ont été réalisées sur une période assez étendue, entre le 18 août 2020 et le 13 octobre 2020.

- *Éolienne E03*

L'éolienne E03 est l'une des trois éoliennes présentant le moins de découverte de cadavres (n=0). Le nombre maximum (IC 95%) de l'effectif impacté est entre 17 et 29 oiseaux. Les estimations selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E03, sont d'aucun individu sur une période de 133 jours.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 31 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Chassepain sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Total parc
Mortalité observée de l'avifaune	1	3	0	3	3	0	1	2	0	13
Huso (2010) [IC 95%]	4 [1 ; 18]	14 [5 ; 36]	0 [0 ; 17]	15 [5 ; 39]	16 [5 ; 39]	0 [0 ; 13]	4 [1 ; 18]	6 [2 ; 18]	0 [0 ; 9]	59
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	4 [1 ; 18]	14 [5 ; 36]	0 [0 ; 17]	15 [5 ; 39]	15 [5 ; 39]	0 [0 ; 13]	4 [1 ; 18]	6 [2 ; 18]	0 [0 ; 9]	58
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	5 [1 ; 25]	26 [8 ; 68]	0 [0 ; 29]	25 [7 ; 65]	23 [7 ; 60]	0 [0 ; 21]	7 [1 ; 35]	9 [2 ; 26]	0 [0 ; 14]	95

- *Ensemble du parc*

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 58 à 95 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), les effectifs impactés sont de 19 à 26 individus au minimum et de 207 à 343 individus au maximum pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude importante.

Les 13 observations ont été réalisées sur 133 jours centrés sur les 3 saisons (du 30 juin au 20 octobre : 1 découverte en juin, 2 découvertes en juillet, 5 découvertes en août, 2 découvertes en septembre et 3 découvertes en octobre).

L'éolienne E02 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E05, E06, E09, E08, E01, E03, E07 et E10. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres. Au regard des résultats et des estimations, il apparaît que les éoliennes E05, E06 et E02 sont les plus impactantes pour les oiseaux. Pour les éoliennes E03, E07 et E10, il apparaît difficile de dire si elles ont un impact ou non. Bien qu'aucun oiseau n'ait été observé, les résultats démontrent ne forte incertitude.

2 Synthèse et analyse des résultats

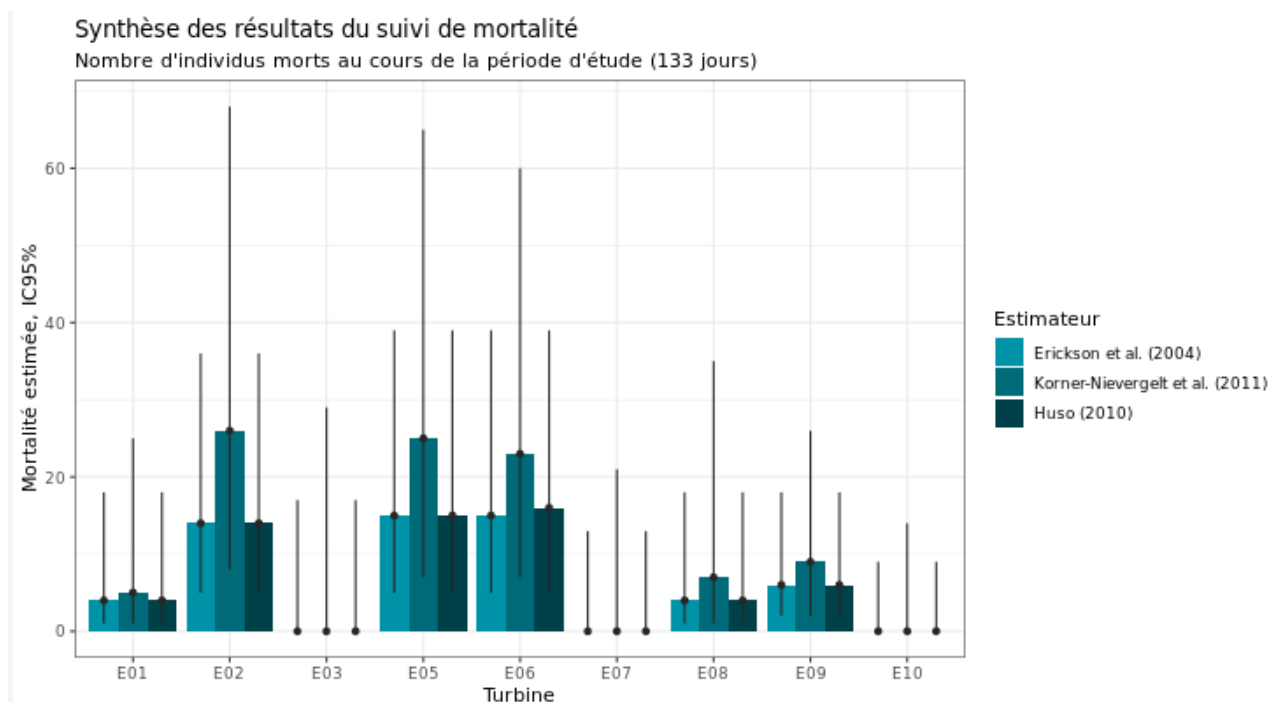


Figure 53 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Chassepain au cours du suivi de 2020 sur 133 jours

Comparatif entre 2019 et 2020 :

Nous avons repris les résultats antérieurs d'estimations de mortalité et utiliser le théorème de Bayes pour calculer les incertitudes des estimations (intervalles de confiance à 95%) à partir du nombre d'observation et des probabilités globales de détection.

2 Synthèse et analyse des résultats

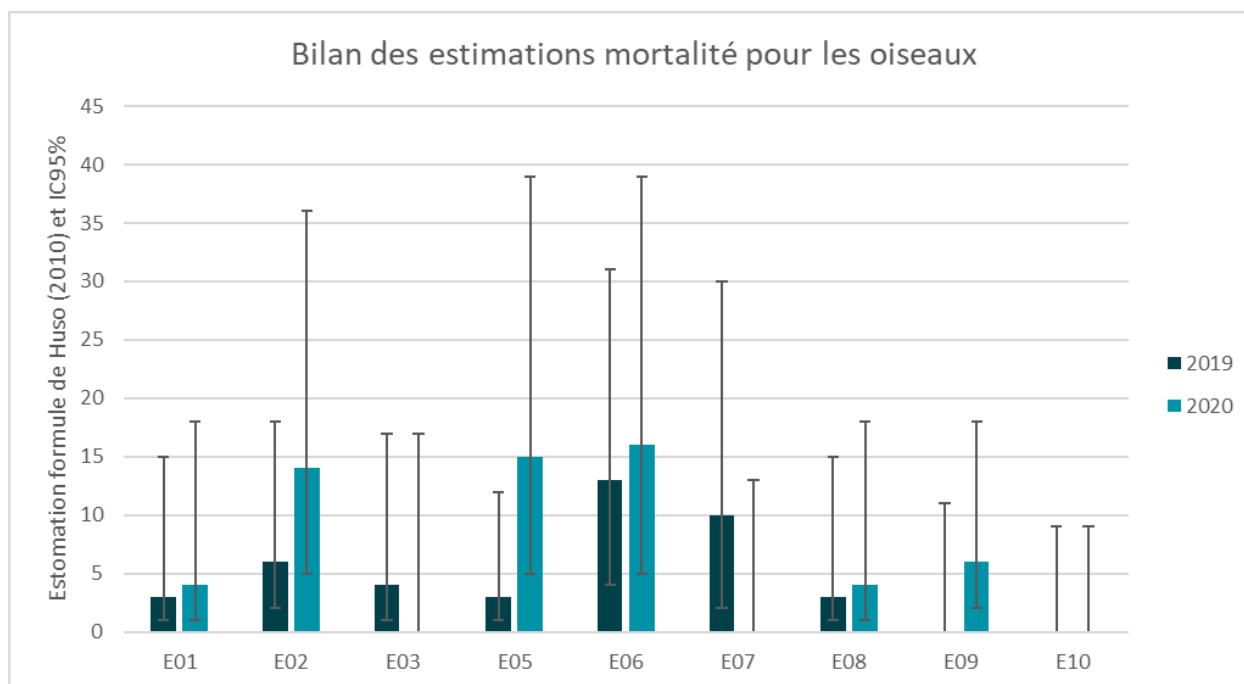


Figure 54 : Bilan de la mortalité probable (et intervalle de confiance à 95%) pour les suivis 2019 à 2020 pour le parc éolien de Chassepain pour l'avifaune

En considérant l'évolution des probabilités globales de détection dans le temps (probabilités de détection stables entre 2019 et 2020), les variations observées entre 2019 et 2020 ne semble pas significative. Bien que l'on ait observée une augmentation d'oiseaux en 2020. Cette augmentation est presque significative au niveau de l'éolienne E05.

En mortalité observée, le nombre de cadavres retrouvés est constant (11 cadavres trouvés en 2019 centrés sur 135 jours, et 13 cadavres trouvés en 2020 centrés sur 133 jours). Néanmoins, entre 2019 et 2020, la détection globale des cadavres est plus faible (cf Coef persistance et Coef surface). Une sous-estimation de la mortalité réelle est possible.

Les intervalles de confiance à 95% fournissent des résultats pouvant être complexes à interpréter, au regard de l'approche précautionneuse (gamme très large entre les minima et maxima probables à 95%). Cependant il ressort :

- Un intervalle de confiance à 95% pour E06 qui est fortement réduit par rapport au suivi de 2019
- Un intervalle de confiance à 95% pour E10 identique par rapport à celui de l'année précédente
- Des intervalles à 95% compris entre 1 et des maxima plus forts à ceux du suivi passé.

2 Synthèse et analyse des résultats

2.3 Synthèse du suivi de mortalité

En 2019 :

Le premier suivi de mortalité mené sur le parc éolien de Chassepain entre le 15 mai et le 22 octobre 2019 (9 machines) a conduit à l'observation de 29 cadavres, dont 12 oiseaux répartis au sein de 7 espèces (dont la Linotte mélodieuse trouvé lors du premier passage et non comptabilisé dans les calculs) et de 17 chauves-souris répartis au sein de 7 espèces.

En effet, 7 espèces d'oiseaux (Hirondelle de fenêtres, Épervier d'Europe, Pigeon ramier, Buse variable, Roitelet à triple bandeau, Linotte mélodieuse et Martinet noir), et 7 espèces de chiroptères (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle pygmée, Pipistrelle commune/pygmée, Noctule commune et Noctule de Leisler) ont été retrouvées sous les éoliennes du parc suivi.

Les espèces touchées sont parmi les plus sensibles à l'éolien. La majorité des spécimens d'oiseaux observés concernent l'Hirondelle de fenêtres, l'Épervier d'Europe, le Pigeon ramier, la Buse variable et le Roitelet à triple bandeau (avec respectivement 2 individus chacun). La majorité des spécimens de chiroptères observés concernent la Pipistrelle commune (7 individus).

La cause de la mort des individus semble imputable aux éoliennes, que cela soit par collision ou par barotraumatisme.

Les cadavres ont été localisés à des distances comprises entre 3,66 m (Linotte mélodieuse) et 48,06 m (Martinet noir) pour les oiseaux et entre 8,77 m (Noctule de Leisler) et 49,75 m (Noctule de Leisler) pour les chiroptères.

Deux tests de persistance des cadavres ont été réalisés, avec l'utilisation d'un total de 180 rats. Lors de ces tests, les vitesses de disparition des cadavres déposés ont été assez variables à l'échelle du parc, avec des temps moyens de persistance des cadavres variant de 1,57 jours (E07) à 5,28 jours (E02). Leur mise en place ainsi qu'une méthode de suivi très protocolée a permis l'utilisation de tests statistiques (Huso 2010 ; Korner-Nievergelt et al. 2011 ; Erickson et al. 2004) afin de réaliser une estimation du nombre réel d'oiseaux et de chiroptères touchés par le parc éolien.

Des estimations de la mortalité ont été réalisées sur 9 des 10 éoliennes du parc, sur la durée du suivi (160 jours).

L'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de 59 à 69 cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, où les observations se concentrent sur 84 jours. Ces tests statistiques font ressortir un impact plus important sur trois éoliennes E01, E03 et E06.

Concernant l'avifaune, l'utilisation des formules d'estimation amène une mortalité la plus probable de l'ordre de 39 à 52 cas de mortalité d'oiseaux sur la période de suivi, où les observations s'étalent sur 135 jours. Ces tests statistiques font ressortir principalement les éoliennes E06 et E07.

Ces chiffres sont bien supérieurs à ceux mentionnés par la bibliographie. Selon RYDELL et al. (2017), le nombre de chiroptères tués par éolienne et par an est très variable d'un site à l'autre en Europe et semble se situer autour d'une dizaine d'individus, avec parfois des cas particulièrement mortifères pouvant atteindre une mortalité de 100 individus ou plus. Gaultier, Marx & Roux (2019) font le bilan de 8 parcs français dont l'estimation de la mortalité la plus probable varie de 0,3 à 18,3 oiseaux par éolienne et par an. En Allemagne, la mortalité des chauves-souris est estimée entre 10 et 12 individus par éolienne et par an (KORNER-NIEVERGELT et al., 2013). En Champagne-Ardenne, une étude menée sur 18 parcs éoliens

2 Synthèse et analyse des résultats

donne des résultats de 1 à 3 cadavres par éolienne et par an, sans correction statistique (HARTER, 2015). De plus, de la mortalité a été constatée sur tous les parcs étudiés.

Faute de référentiel, il est complexe de conclure et d'évaluer l'impact du parc de Chassepain en fonctionnement sur la conservation des espèces d'oiseaux et de chiroptères. On notera toutefois que le taux de mortalité estimé sur le parc semble supérieur aux résultats fournis par la bibliographie (10 chauves-souris estimés / éolienne / an).

Au vu des résultats estimatifs de la première année suivi de mortalité de ce parc, il semble nécessaire au minimum de maintenir les modalités de fonctionnement du parc éolien permettant de réduire la mortalité induite, qui semble significative. Le parc de Chassepain fait déjà l'objet d'une mesure de régulation en fonction de l'activité des chauves-souris.

Actuellement l'autorisation du parc prévoit : « *Un arrêt momentané des machines entre une demi-heure et deux heures après le coucher du soleil du 1er juillet au 15 octobre et par des vents inférieurs à 6m/s sera réalisé afin de réduire de manière importante les risques de mortalité des chiroptères en lien direct avec le parc éolien. Cette mesure sera éventuellement adaptée en fonction des résultats du suivi environnemental.* »

La deuxième année de suivi de la mortalité permettant de confirmer ou non les résultats de cette première année. En fonction des résultats, les seuils de bridage pour les chauves-souris devront être ajustés et complétés en prenant en compte la vitesse du vent, la température et la période de l'année.

Pour aller encore plus loin dans la précision des estimations, une démarche de concertation avec les exploitants agricoles locaux serait une réelle plus-value. Cela pourrait permettre d'améliorer l'efficacité de recherche globale des surfaces à prospecter et de réduire au minimum les incertitudes.

En 2020 :

La seconde année de suivi de mortalité menée sur le parc éolien de Chassepain entre le 09 juin 2020 et le 20 octobre 2020 (9 machines) a conduit à l'observation de 37 cadavres, dont 13 oiseaux (5 espèces) et 24 chauves-souris (6 espèces).

En effet, 5 espèces d'oiseaux (le Martinet noir, le Pigeon ramier, le Phragmite des joncs, le Rougequeue à front blanc et le Roitelet à triple bandeau) et 6 espèces de chiroptères (la Pipistrelle commune, la Pipistrelle commune/pygmée, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule commune et la Noctule de Leisler) ont été retrouvées sous les éoliennes du parc suivi.

La majorité des spécimens d'oiseaux observés concernent le Martinet noir (6 individus) et le Roitelet à triple bandeau (3 individus) ainsi que le Pigeon ramier (2 individus). La majorité des spécimens de chiroptères observés concernent la Pipistrelle commune (11 individus) et la Noctule commune (4 individus).

La cause de la mort des individus semble imputable aux éoliennes, que cela soit par collision ou par barotraumatisme.

Les cadavres ont été localisés à des distances comprises entre 6,88 m (Martinet noir) et 49,68 m (Martinet noir) du mât pour les oiseaux et entre 4,36 m (Pipistrelle commune/pygmée) et 50 m (Pipistrelle commune) du mât pour les chiroptères.

2 Synthèse et analyse des résultats

Deux tests de persistance des cadavres ont été réalisés, avec l'utilisation de 180 rats. Lors de ces tests, les vitesses de disparitions des cadavres déposées ont été assez variables à l'échelle du parc, avec des temps moyens de persistance des cadavres variant de 1,6 jours (E10) à 4,1 jours (E01).

Des estimations de la mortalité ont été réalisées pour l'ensemble des éoliennes du parc sur la durée du suivi (133 jours).

L'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de 110 à 176 cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, où les observations se concentrent sur 91 jours.

Concernant l'avifaune, l'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de 58 à 95 cas de mortalité d'oiseaux sur la période de suivi, où les observations se concentrent sur 112 jours.

Ces chiffres sont bien supérieurs à ceux mentionnés par la bibliographie. Selon RYDELL et al. (2017), le nombre de chiroptères tués par éolienne et par an est très variable d'un site à l'autre en Europe et semble se situer autour d'une dizaine d'individus, avec parfois des cas particulièrement mortifères pouvant atteindre une mortalité de 100 individus ou plus. Gaultier, Marx & Roux (2019) font le bilan de 8 parcs français dont l'estimation de la mortalité la plus probable varie de 0,3 à 18,3 oiseaux par éolienne et par an. En Allemagne, la mortalité des chauves-souris est estimée entre 10 et 12 individus par éolienne et par an (KORNER-NIEVERGELT et al., 2013). En Champagne-Ardenne, une étude menée sur 18 parcs éoliens donne des résultats de 1 à 3 cadavres par éolienne et par an, sans correction statistique (HARTER, 2015). De plus, de la mortalité a été constatée sur tous les parcs étudiés.

Faute de référentiel, il est complexe de conclure et d'évaluer l'impact du parc de Chassepain en fonctionnement sur la conservation des espèces d'oiseaux et de chiroptères. On notera toutefois que le taux de mortalité estimé sur le parc semble supérieur aux résultats fournis par la bibliographie pour les chiroptères et que la mise en place de mesures correctives pour les chiroptères semble nécessaire.

Au vu des résultats estimatifs du premier suivi de mortalité de ce parc, il semble essentiel de d'évaluer le fonctionnement du bridage parc éolien permettant de réduire la mortalité induite, qui semble toujours significative. Il a été signalé par NEOEN des dysfonctionnements possible du dispositif de bridage. Une évaluation est en cours de réalisation.

Il apparaît opportun de reconduire le suivi en 2021 avec pour objectif de valider les résultats obtenus, aussi bien pour les aspects quantitatifs (estimations de la mortalité) que qualitatifs (phénologie de la mortalité, niveau d'activité acoustique), et analyser l'efficacité des mesures correctives et notamment du bridage.

Pour aller encore plus loin dans la précision des estimations, une démarche de concertation avec les exploitants agricoles locaux serait une réelle plus-value. Cela pourrait permettre d'améliorer significativement l'efficacité de recherche globale des surfaces à prospecter qui est faible et ainsi de réduire au minimum les incertitudes notamment dans l'objectif de pouvoir évaluer correctement les effets du bridage.

2 Synthèse et analyse des résultats

3 Facteurs d'impact et mesures correctives

3.1 Analyse croisée avec l'étude d'impact

Le tableau ci-dessous fait le bilan des espèces identifiées dans l'étude d'impact comme étant susceptibles d'être impactées par le projet ainsi que des espèces découvertes durant la réalisation du suivi mortalité de 2019 et 2020.

Tableau 32 Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité		Analyse comparative
		2019	2020	
Oiseaux				
Linotte mélodieuse	Impact potentiel moyen	1	/	Au niveau de l'étude d'impact rédigée en 2013, les impacts ont été réalisés de manière globale au niveau des oiseaux. Aucune évaluation spécifique par période n'a été effectuée (période de migration, période de nidification, ...). Renouveler le suivi de mortalité permettra d'identifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.
Hirondelle de fenêtrés	Impact potentiel moyen	2	/	Au niveau de l'étude d'impact rédigée en 2013, les impacts ont été réalisés de manière globale au niveau des oiseaux. Aucune évaluation spécifique par période n'a été effectuée (période de migration, période de nidification, ...). Renouveler le suivi de mortalité permettra d'identifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.
Épervier d'Europe	Impact potentiel moyen	2	/	Au niveau de l'étude d'impact rédigée en 2013, les impacts ont été réalisés de manière globale au niveau des oiseaux. Aucune évaluation spécifique par période n'a été effectuée (période de migration, période de nidification, ...). Renouveler le suivi de mortalité permettra d'identifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.
Pigeon ramier	Impact potentiel moyen	2	2	Au niveau de l'étude d'impact rédigée en 2013, les impacts ont été réalisés de manière globale au niveau des oiseaux. Aucune évaluation spécifique par période n'a été effectuée (période de migration, période de nidification, ...). Renouveler le suivi de mortalité permettra d'identifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.
Buse variable	Impact potentiel moyen	2	/	Au niveau de l'étude d'impact rédigée en 2013, les impacts ont été réalisés de manière globale au niveau des oiseaux. Aucune évaluation spécifique par période n'a été effectuée (période

2 Synthèse et analyse des résultats

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité		Analyse comparative
		2019	2020	
				de migration, période de nidification, ...). Le suivi de mortalité confirme la présence de cette espèce au niveau du site et le risque de collision important (5e espèce la plus touchée en France par l'éolien).
Martinet noir	Impact potentiel moyen	1	6	Au niveau de l'étude d'impact rédigée en 2013, les impacts ont été réalisés de manière globale au niveau des oiseaux. Aucune évaluation spécifique par période n'a été effectuée (période de migration, période de nidification, ...). Le suivi de mortalité confirme la présence de cette espèce au niveau du site et le risque de collision important (2e espèce la plus touchée en France par l'éolien).
Roitelet à triple bandeau	Impact potentiel moyen	2	3	Au niveau de l'étude d'impact rédigée en 2013, les impacts ont été réalisés de manière globale au niveau des oiseaux. Aucune évaluation spécifique par période n'a été effectuée (période de migration, période de nidification, ...). Le suivi de mortalité confirme la présence de cette espèce au niveau du site et le risque de collision important (1ère espèce la plus touchée en France par l'éolien).
Rougequeue à front blanc		/	1	
Phragmite des joncs		/	1	
Chiroptères				
Pipistrelle commune	Impact potentiel fort Risque moyennement important de collision	7	11	L'espèce était identifiée sur le site. Aucune évaluation des niveaux d'activité n'avait été effectuée. Ce type d'évaluation n'était possible en 2010 – 2011 (date d'inventaire des chauves-souris pour l'étude d'impact). Le suivi de mortalité permet d'identifier un risque plus important pour l'espèce, notamment en période de transit (pré et post hibernation) lorsque les individus ont une forte activité et volent à une altitude plus importante.
Pipistrelle de Kuhl	Impact potentiel fort Risque important de collision	2	2	L'espèce était identifiée sur le site. Aucune évaluation des niveaux d'activité n'avait été effectuée. Ce type d'évaluation n'était possible en 2010 – 2011 (date d'inventaire des chauves-souris pour l'étude d'impact). Il s'agit d'une espèce assez sensible à l'éolien (écologie et comportement similaire à la Pipistrelle commune), le suivi de mortalité permet de mettre en évidence la présence de cette espèce en période et un risque important de collision.

2 Synthèse et analyse des résultats

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité		Analyse comparative
		2019	2020	
Pipistrelle de Nathusius	Impact potentiel fort Risque important de collision	2	1	L'espèce était identifiée sur le site. Aucune évaluation des niveaux d'activité n'avait été effectué. Ce type d'évaluation n'était possible en 2010 – 2011 (date d'inventaire des chauves-souris pour l'étude d'impact). Il s'agit d'une espèce assez sensible à l'éolien (écologie et comportement similaire à la Pipistrelle commune), le suivi de mortalité permet de mettre en évidence la présence de cette espèce en période et un risque important de collision.
Pipistrelle pygmée	Impact potentiel fort Espèce non observée sur le site d'étude	1	/	Espèce non observée en 2010-2011. Renouveler le suivi de mortalité permettra d'identifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.
Pipistrelle commune/pygmée	Impact potentiel fort	1	2	Groupe d'espèce non observée en 2010-2011. Renouveler le suivi de mortalité permettra d'identifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.
Noctule commune	Impact potentiel fort Risque important de collision	2	5	L'espèce était identifiée sur le site. Aucune évaluation des niveaux d'activité n'avait été effectué. Ce type d'évaluation n'était possible en 2010 – 2011 (date d'inventaire des chauves-souris pour l'étude d'impact). Cette espèce est une des plus sensible à l'éolien (5e espèce la plus touchée en France par l'éolien). Le risque de collision est donc considéré comme fort.
Noctule de Leisler	Impact potentiel fort Risque important de collision	2	3	L'espèce était identifiée sur le site. Aucune évaluation des niveaux d'activité n'avait été effectué. Ce type d'évaluation n'était possible en 2010 – 2011 (date d'inventaire des chauves-souris pour l'étude d'impact). Cette espèce est sensible à l'éolien (6e espèce la plus touchée en France par l'éolien). Le risque de collision est donc considéré comme fort.

De manière générale, l'étude d'impact de 2013 avait relevé un risque moyen pour l'avifaune, principalement en période reproduction (Bondrée apivore, Hibou Petit Duc, Héron cendré, ...) et de migration (Grue cendrée, Milan royal, ...) et un risque fort pour les chiroptères, principalement pour les pipistrelles et les noctules.

Entre 2019 et 2020, on constate que le nombre d'oiseaux et de chiroptères impactés par les éoliennes sur le parc de Chassepain reste important (29 en 2019 et 37 en 2020).

2 Synthèse et analyse des résultats

Pour les oiseaux, 7 espèces sont impactées en 2019 (Linotte mélodieuse, Hirondelle de fenêtres, Epervier d'Europe, Pigeon ramier, Buse variable, Martinet noir et Roitelet à triple bandeau) puis 5 espèces en 2020 (Martinet noir, Roitelet à triple bandeau, Pigeon ramier, Rougequeue à front blanc et Phragmite des joncs). A la différence de l'année précédente, ce sont le Martinet noir (6 individus en 2020 contre 1 en 2019), le Roitelet à triple bandeau (3 individus en 2020 contre 2 en 2019) et le Pigeon ramier (2 individus respectivement en 2020 et en 2019) qui sont les espèces les plus impactées.

Pour les chiroptères, 7 espèces sont impactées en 2019 (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle pygmée, Pipistrelle commune/pygmée, Noctule commune, Noctule de Leisler) puis 6 espèces en 2020 (Pipistrelle commune, Noctule commune, Noctule de Leisler, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle commune/pygmée et Pipistrelle de Nathusius). La Pipistrelle commune reste en 2019 comme en 2020 l'espèce la plus impactée par les éoliennes.

Le suivi de mortalité confirme le risque identifié pour les oiseaux, notamment en période de reproduction et de migration que ce soit pour des rapaces (Buse variable et Epervier d'Europe) ou des espèces plus petites (Roitelet triple bandeau, Martinet noir, Hirondelle des fenêtres, ...). La deuxième année de suivi permet de confirmer le risque existant pour ces espèces et de mettre en évidence le caractère régulier ou ponctuel des risques de collision pour les espèces découvertes.

Il confirme également le risque important pour les chauves-souris que ce soient les pipistrelles ou les noctules. Le suivi met en évidence la présence d'un risque important pour la Pipistrelle commune. Pour l'ensemble des chauves-souris le risque semble particulièrement important à certaine période de l'année et notamment de la mi-août à la mi-septembre. Soit lorsque les individus sont les plus actifs et se déplacent sur de plus grandes distances et à de plus hautes altitudes. Le suivi de mortalité a mis en évidence que l'ensemble des éoliennes était concerné. L'analyse croisée avec les écoutes en altitude (cf. chapitre suivant) et la poursuite du suivi de mortalité sur les prochaines années devra permettre de confirmer ces premiers résultats.

2 Synthèse et analyse des résultats

3.2 Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères

Rappels : Les enregistrements acoustiques en nacelle ont été réalisés au niveau des éoliennes E02 et E06 entre mi-avril et fin octobre 2019. Le nombre de nuits d'enregistrement des activités de chiroptères à hauteur de nacelle est de 197 nuits. Le suivi de mortalité a permis de découvrir 17 chiroptères dont deux au niveau de l'éolienne E02 et 3 au niveau de l'éolienne E06.

● **Aucun enregistrement en altitude de l'activité des chauves-souris n'a été réalisé en 2020. Seuls les résultats de 2019 ont fait l'objet d'une comparaison.**

3.2.1 Comparaison de la phénologie entre suivis mortalité et acoustique

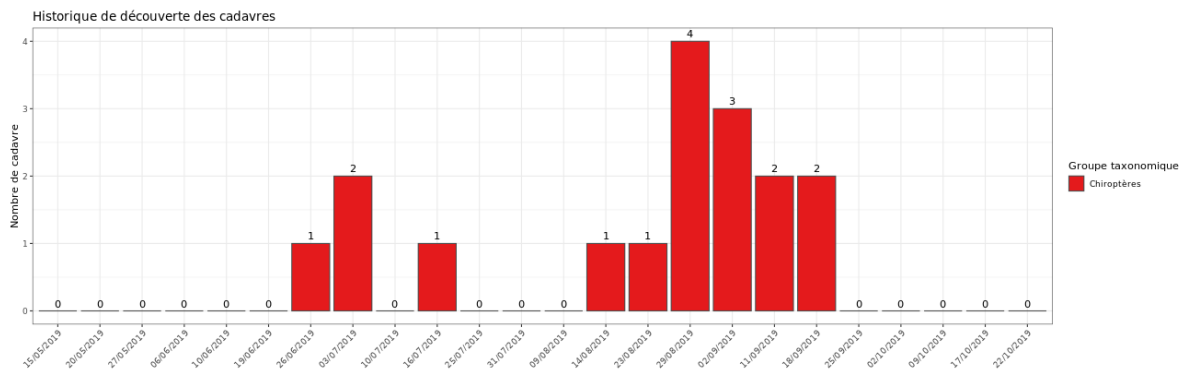


Figure 55 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Chassepain

Le nombre global de cadavres de chiroptères découverts durant le suivi de mortalité a été assez important (n=17). Les découvertes se sont déroulées de fin juin à mi-septembre avec une période principal de découverte allant de la mi-août à la mi-septembre, et période moins importante de fin-juin à mi-juillet.

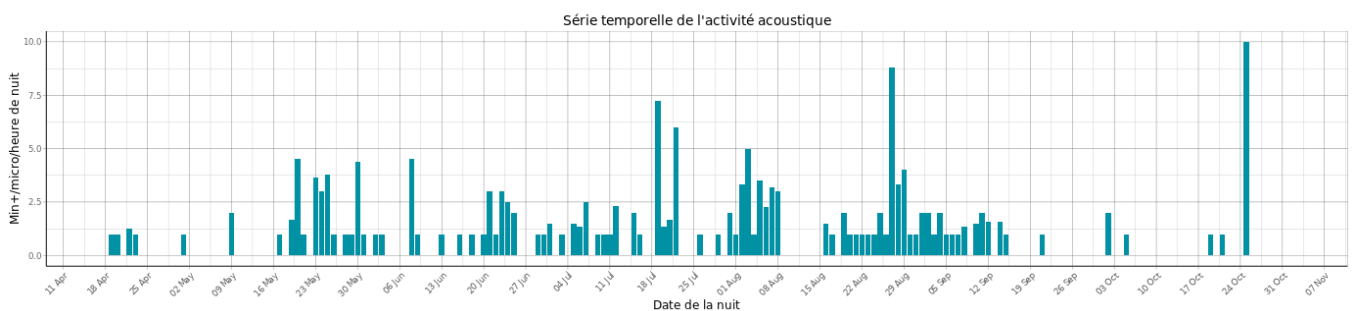


Figure 56 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de l'éolienne E02.

2 Synthèse et analyse des résultats

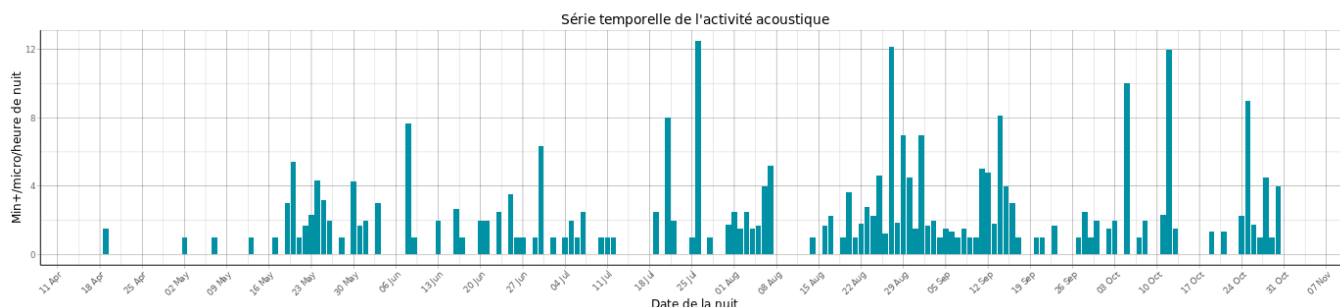


Figure 57 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de l'éolienne E06.

Sur l'éolienne E02, l'activité est répartie sur l'ensemble de la période d'écoute. Quelques pics d'activités apparaissent en juillet, août et octobre. Quelques périodes sans activité ont été observées (début octobre notamment).

Au niveau de l'éolienne E06, l'activité est également continue sur l'ensemble de la période d'enregistrement. L'activité montrent également des pics d'activités. Ces pics semblent plus nombreux que sur l'éolienne E02. A partir du mois d'août, l'activité apparaît plus importante et plus continue.

La phénologie des découvertes de cadavres et celle de l'activité acoustique semblent concorder. Une bonne partie des découvertes a été réalisée entre la mi-août et à la mi-septembre. Ce qui correspond à une des périodes où les pics d'activité au niveau des éoliennes sont les plus importants. Ceci est particulièrement le cas pour l'éolienne E06.

3.2.2 Comparaison des cortèges d'espèces détectées lors des suivis mortalité et acoustique

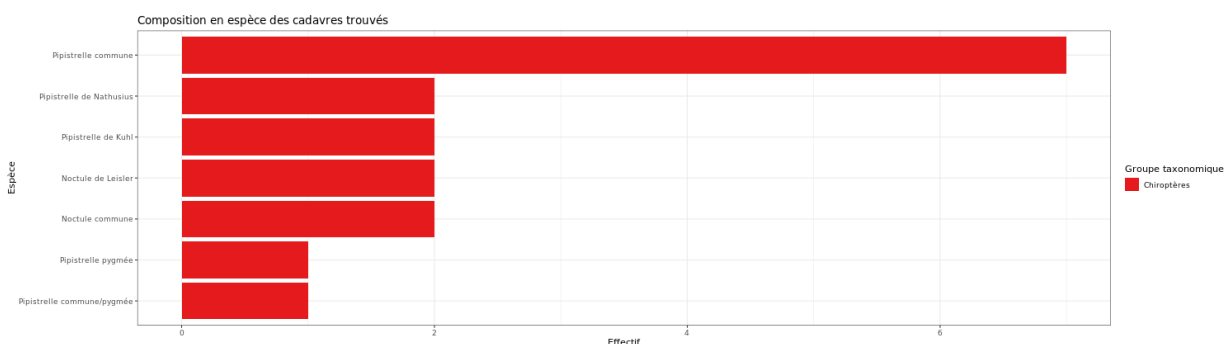


Figure 58 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien Chassepain.

2 Synthèse et analyse des résultats

Pour le suivi de mortalité, les observations ont principalement concerné la Pipistrelle commune (n=7) répartie sur la période allant de juillet à fin mi-septembre, la Pipistrelle de Kuhl (n=2), la Pipistrelle de Nathusius (n=2), la Pipistrelle pygmée (n=1), la Pipistrelle commune/pygmée (n=1), la Noctule commune (n=2) et la Noctule de Leisler (n=2).

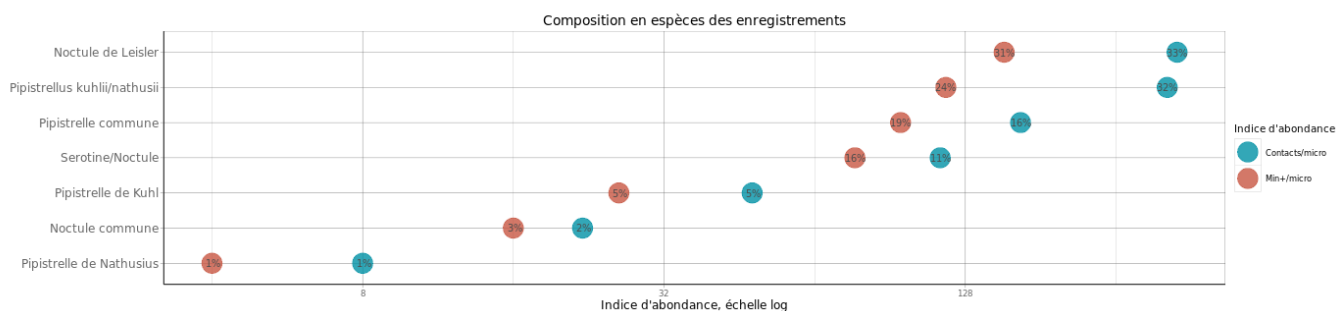


Figure 59 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E02 (n = 1 020 contacts de 5 sec. et 488 min. pos.)

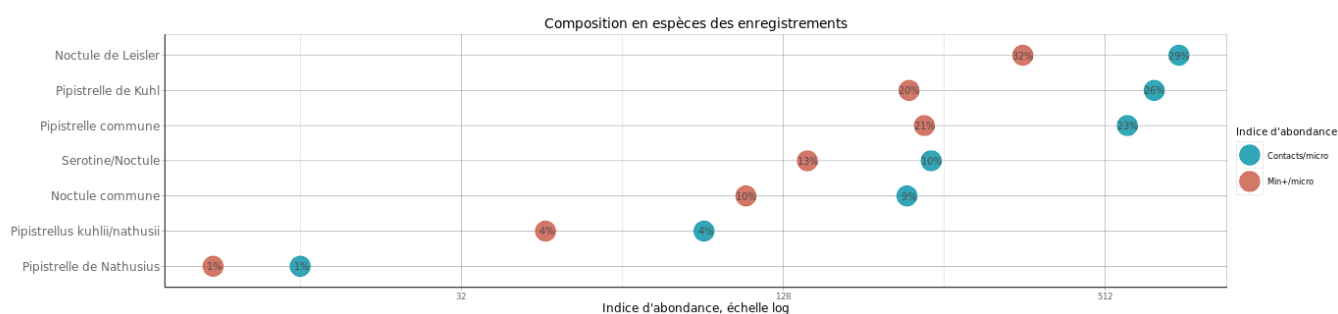


Figure 60 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E8 (n = 2 465 contacts de 5 sec. et 1 122 min. pos.)

Quelques soit l'éolienne, la composition des cortèges d'espèce en altitude sont sensiblement identique. Les deux espèces les plus fréquentes sur les deux éoliennes sont la Noctule de Leisler et la Pipistrelle commune.

- La Noctule de Leisler **domine le peuplement chiroptérologique avec en minute positive 31 à 32 % du total des contacts obtenus (en fonction de l'éolienne)**. Cette espèce est classiquement très fortement représentée en altitude.
- La Pipistrelle commune **est également bien présente avec 19 à 21 % du total des minutes positives obtenues (en fonction de l'éolienne)**. Cette espèce vole régulièrement en altitude et fait partie des espèces les plus régulièrement découverte au cours des suivis mortalités.

Les autres espèces montrent des pourcentages de contacts variable.

- La Pipistrelle de Kuhl montre une variation importante des pourcentages de contacts entre **5 et 19 % des minutes positives**, en fonction de l'éolienne.
- La Noctule commune **représente entre 3 et 9 % des minutes positives**.
- La Pipistrelle de Nathusius représente entre **moins de 1 % du total des minutes positives obtenues**, quelques soit les éoliennes.

2 Synthèse et analyse des résultats

La Pipistrelle de Nathusius et la Noctule commune sont deux espèces connues pour voler très régulièrement en altitude.

Les principales espèces découvertes dans le cadre du suivi mortalité ont également étaient détectés lors du suivi acoustique. Ceci est le cas de la Noctule de Leisler, de la Pipistrelle commune, de la Noctule commune et de la Pipistrelle de Kuhl.

La Pipistrelle de Nathusius a été peu identifiée en altitude (moins de 1% des contacts). Pour autant deux individus ont été observés lors de suivi mortalité. Néanmoins il est possible que l'espèce soit plus abondante, le groupe d'espèce non identifié Pipistrelle de Kuhl/ P. de Nathusius est relativement important. De plus les deux Pipistrelles de Nathusius ont été trouvées au pied de l'éolienne E01, éolienne n'ayant pas fait l'objet d'un suivi acoustique.

3.2.3 Phénologie des contacts pour les espèces retrouvées lors du suivi mortalité

Pour les sept espèces de chiroptères découvertes au cours du suivi de mortalité, l'activité acoustique a été très différente.

Groupe des Pipistrelles

Pour la Pipistrelle commune, l'activité est globalement répartie sur l'ensemble de la période pour d'enregistrement. On observe toutefois une activité plus importante fin mai début juin et surtout sur la période allant de la mi-août à la mi-septembre. Ceci est particulièrement visible au niveau de l'éolienne E06, pour la deuxième période.

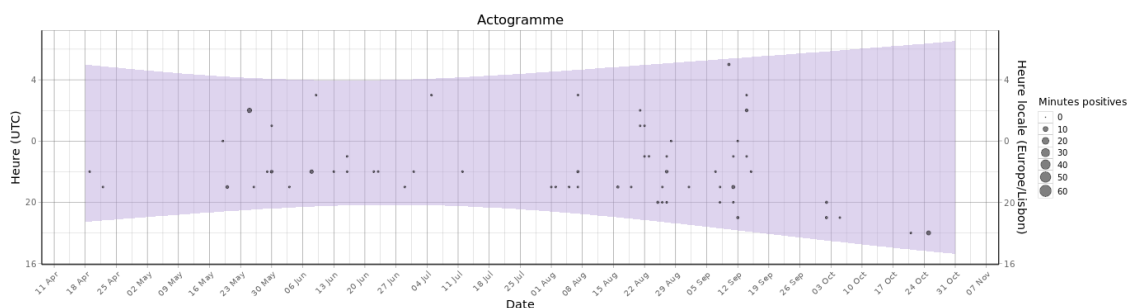


Figure 61 : Eolienne E02 - Actogramme de la Pipistrelle commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

2 Synthèse et analyse des résultats

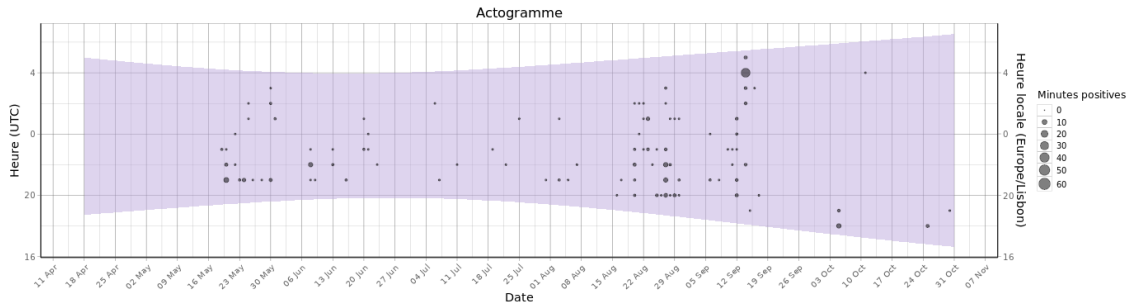


Figure 62 : Eolienne E06 - Actogramme de la Pipistrelle commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

L'activité du groupe pipistrelles (sauf Pipistrelle commune) est sensiblement identique à celle de la Pipistrelle commune, quelques soit l'éolienne. On observe une augmentation des contacts sur fin mai et surtout sur la période mi-août à mi-septembre.

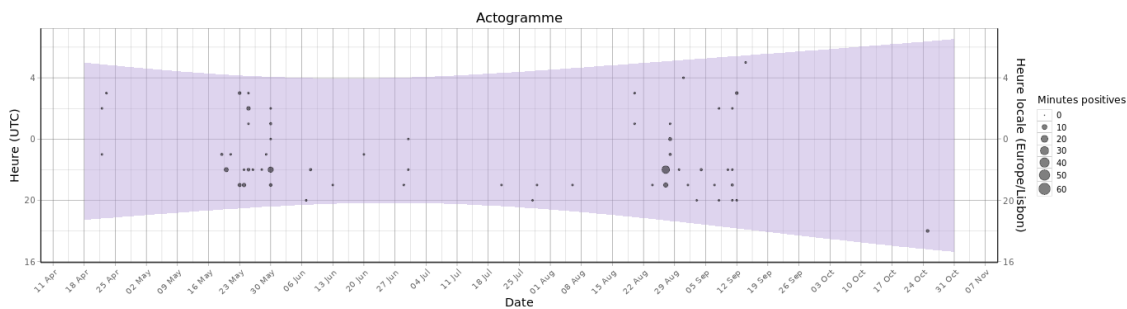


Figure 63 : Eolienne E02 - Actogramme du groupe de Pipistrelle (Sauf Pipistrelle commune) sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

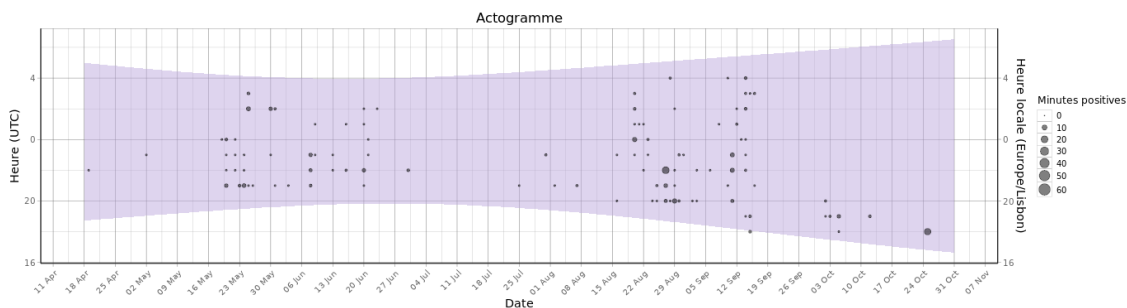


Figure 64 : Eolienne E06 - Actogramme du groupe de Pipistrelle (Sauf Pipistrelle commune) sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

2 Synthèse et analyse des résultats

Noctule commune – *Nyctalus noctula*

Pour la Noctule commune, l'activité s'est principalement concentrée entre fin juillet et début octobre, à proximité de l'éolienne E06. Au niveau de l'éolienne E02, l'activité est faible et ponctuelle.

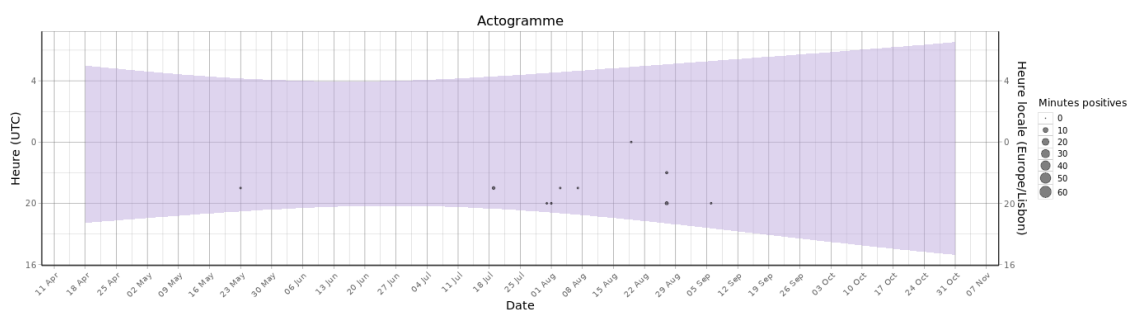


Figure 65 : Eolienne E02 - Actogramme de la Noctule commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

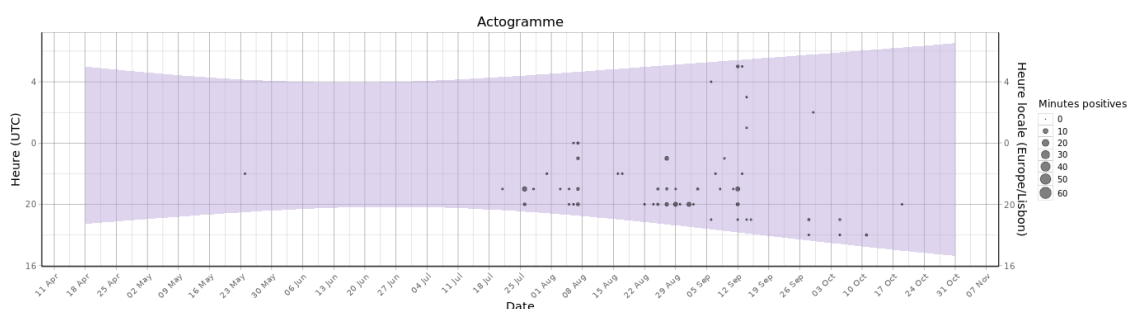


Figure 66 : Eolienne E06 - Actogramme de la Noctule commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

Noctule de Leisler – *Nyctalus leisleri*

Pour la Noctule de Leisler, l'activité est relativement constante tous au long de la période d'enregistrement. Elle semble, toutefois, plus ponctuelle en au niveau l'éolienne E02, à partir de début août.

2 Synthèse et analyse des résultats

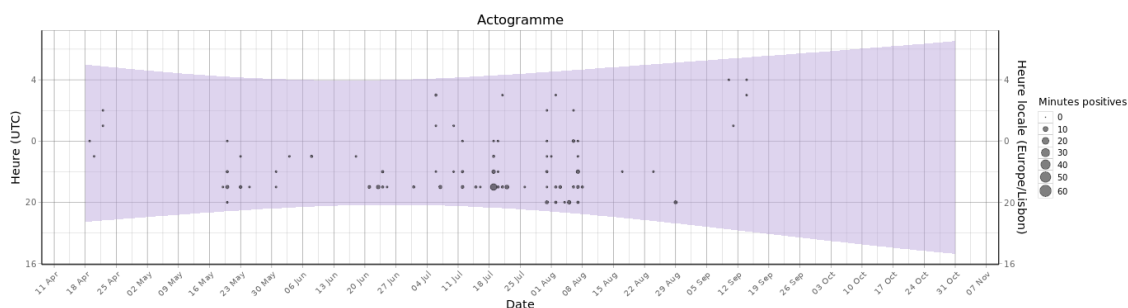


Figure 67 : Eolienne E02 - Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

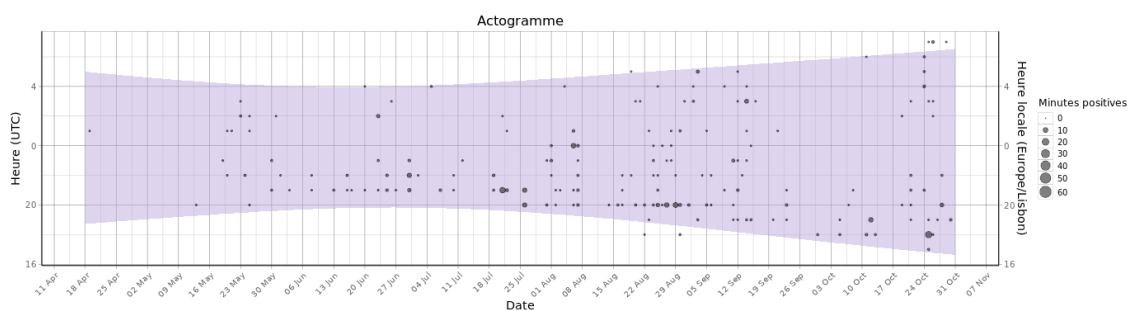


Figure 68 : Eolienne E06 - Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

Le bilan de la phénologie des découvertes de cadavres est présenté dans le tableau ci-dessous (Tableau 33)

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 33 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces

Date	26/06	03/07	16/07	14/08	23/08	29/08	02/09	11/09	18/09	Total général
Pipistrelle commune		1		1	1	2	1		1	7
Pipistrelle de Kuhl			1			1				2
Pipistrelle de Nathusius							1		1	2
Pipistrelle pygmée	1									1
Pipistrelle commune/pygmée		1								1
Noctule commune							1	1		2
Noctule de Leisler					1			1		2
Total général	1	2	1	1	2	3	3	2	2	17

3.2.4 Bilan du croisement des informations des deux suivis mortalité/acoustique

Les espèces découvertes durant le suivi de mortalité correspondent aux espèces identifiées durant le suivi acoustique. L'espèce la plus contactée en altitude a été la Noctule de Leisler. Cette espèce a été découverte à deux reprises dans le cadre du suivi de mortalité. La Pipistrelle commune est l'espèce présentant le plus grand nombre de cadavres (7 au total). Lors des suivis en altitude, cette pipistrelle est également particulièrement présente.

Une seule espèce, découverte au pied de l'éolienne E010, n'a pas été identifiée dans le cadre des écoutes en altitude. Il s'agit de la Pipistrelle pygmée.

Au niveau de la phénologie, la découverte des cadavres correspond aux principaux pics d'activité acoustique de chauves-souris en altitude. Deux périodes de mortalité ont été observées. Les cadavres ont été observés de fin-juin à mi-juillet et surtout de mi-août à la mi-septembre (plus de 75% des découvertes sur la deuxième période).

Sur les 17 chauves-souris retrouvées durant le suivi de mortalité, deux cadavres ont été retrouvés au niveau de l'éolienne E02 et trois au niveau de l'éolienne E06, qui sont les deux éoliennes équipées des enregistreurs automatisés. Ainsi 30% des cadavres ont été observés sur les éoliennes suivies. L'éolienne E01 qui a montré la plus grande mortalité, avec 4 cadavres, n'a pas été suivie avec un enregistreur automatique.

Limites du croisement des informations des suivis mortalité et acoustique : La comparaison des données acoustiques issues d'une seule éolienne (comparativement au suivi de mortalité qui est réalisé sur l'ensemble des éoliennes du parc) peut limiter l'interprétation du fait du manque de représentativité de l'activité locale de l'éolienne suivie en acoustique. Cette analyse comparative reste une analyse visuelle qui permet simplement de mettre en avant des éléments convergents ou non entre les deux types de suivis sur le même pas de temps.

2 Synthèse et analyse des résultats

4 Mesures correctives

Ce rapport constituant l'analyse des deux premières années de suivi, le nombre d'individu découverts sous les éoliennes n'est pas suffisant pour dégager de réelles conclusions quant à l'impact du parc éolien sur les espèces découvertes.

Toutefois, ces premiers résultats de suivi de mortalité indiquent des niveaux de mortalité importants nécessitant la réalisation d'investigations complémentaires.

Il est nécessaire de poursuivre le suivi en 2021 pour valider les observations et les effectifs forts de mortalité trouvés lors de ces deux années de suivi.

En 2021, il apparaît nécessaire :

- De continuer le suivi de la mortalité au pied des éoliennes ;
- De renouveler un suivi de l'activité acoustique en nacelles sur les mêmes éoliennes qu'en 2019 afin d'évaluer le niveau d'activité des chauves-souris entre 2019 et 2021 ;
- D'améliorer efficacement les probabilités de détection globales qui reste faible sur les deux années de suivis lors du prochain suivi de mortalité en 2021 pour améliorer la précision des estimations. Ceci est particulièrement important dans l'objectif de vérifier la bonne efficacité des nouvelles modalités de bridage à mettre en place dès le printemps 2021. En effet, des incertitudes trop importantes ne permettraient pas de conclure malgré l'absence de découverte de cadavres par exemple. Pour ce faire, des conventions pourraient être prises avec les agriculteurs afin de maintenir une occupation du sol adéquate et strictement dans les aires d'études prospectées (tout ou partie). Nous avons le recul suffisant (4 tests d'efficacité menés sur deux années) pour pouvoir déterminer, à l'échelle des pratiques du site et du niveau de détectabilités en dessous duquel il ne faudrait pas descendre, les types d'occupation du sol à ne pas mettre en place ainsi que les modalités des gestions à mettre en œuvre pour les autres. Par exemple, définir une hauteur de végétation maximale à ne pas dépasser et à maintenir via la gestion et/ou une occupation du sol appropriées ;
- De suivre et évaluer le fonctionnement du bridage des éoliennes.

4.1 Expertises

L'arrêté préfectoral d'exploitation du parc éolien de Chassepain prévoit la mise en place du suivi de la mortalité sur 5 années. Au regard des résultats des deux premières années de suivi, nous préconisons de continuer le suivi de mortalité au moins sur les 3 prochaines années comme indiqué dans l'arrêté préfectoral d'exploitation du parc éolien de Chassepain.

Le suivi d'écoute en altitude de 2019 a été réalisé sur les éoliennes E02 et E06. Les résultats de ces suivis ont permis de définir les conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris en altitude sur le site éolien de Chassepain. L'analyse des résultats des trois premières années de suivi mortalités permettront d'évaluer l'efficacité du bridage actuel du parc et la nécessité de le modifier ou non à partir de l'année 2022.

Les conditions de bridage actuel du parc sont définies dans l'arrêté préfectoral : « Pour prévenir les risques de collisions avec les chiroptères, les aérogénérateurs sont mis à l'arrêt 30 minutes avant le coucher du soleil et jusqu'à 2 heures après le coucher du soleil, sur la période allant du 1^{er} juillet au 15 octobre, lorsque la vitesse des vents est inférieure à 6m/s. ».

3

Bibliographie

3 Bibliographie

ANDRE, Y. 2004. - Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort. 20 p.

ARNETT E. B., ERICKSON W., KERNES J. & HORN J., 2005. – Relationship between bats and wind turbine in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. – Bats and Wind Energy Cooperative, 168 p.

ARNETT E. B., SCHIRMACHER M., HUSO M. & HAYES J., 2009. – Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. – Bats and Wind Energy Cooperative, 44 p.

ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. (2015). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, 544 p.

BAERWALD E. & BARCLAY R., 2009. – Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. – Journal of Mammalogy 90(6), p. 1341-1349.

BROWN R. ET AL. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.

DALTHORP, D., MADSEN, L., HUSO, M., RABIE, P., WOLPERT, R., STUDYVIN, J., SIMONIS, J., and MINTZ, J., 2018, GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 7, chap. A2, 13 p., <https://doi.org/10.3133/tm7A2>.

DIETZ, C. ET VON HELVERSEN, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.

ERICKSON, W.P.; JOHSON, G.D.; STRICKLAND, M.; KRONNER, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.

FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.

FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.

GAULTIER, S.P., MARX, G., & ROUX, D., 2019. Éoliennes et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. Office national de la chasse et de la faune sauvage/LPO. 120 p. https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf

HARTER N. 2015. Eoliennes et mortalité des chiroptères : synthèse des résultats du suivi d'une quinzaine de parcs éoliens en Champagne-Ardenne. Rencontre chiroptères Grand-Est, Saint-Brisson, 16-18 octobre 2015. 15p.

HUSO, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052 19 p.

HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe: A review of banding data and literature. Naturschutz und Biologische Vielfalt No. 28: 1-172.

KORNER-NIEVERGELT, F., KORNER-NIEVERGELT, P., BEHR, O., et al. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildlife Biology, vol. 17, no 4, p. 350-363.

3 Bibliographie

KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN, R., NIERMANN, I. & BEHR, O. (2013). Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. PLoS ONE 8(7), e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997.

KORNER-NIEVERGELT F, BEHR O, BRINKMANN R, ETTERSON MA, HUSO MM, DALTHORP D, KORNER-NIEVERGELT P, ROTH T and NIERMANN I (2015). "Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial." Wildlife Biology, pp. 30-43.

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

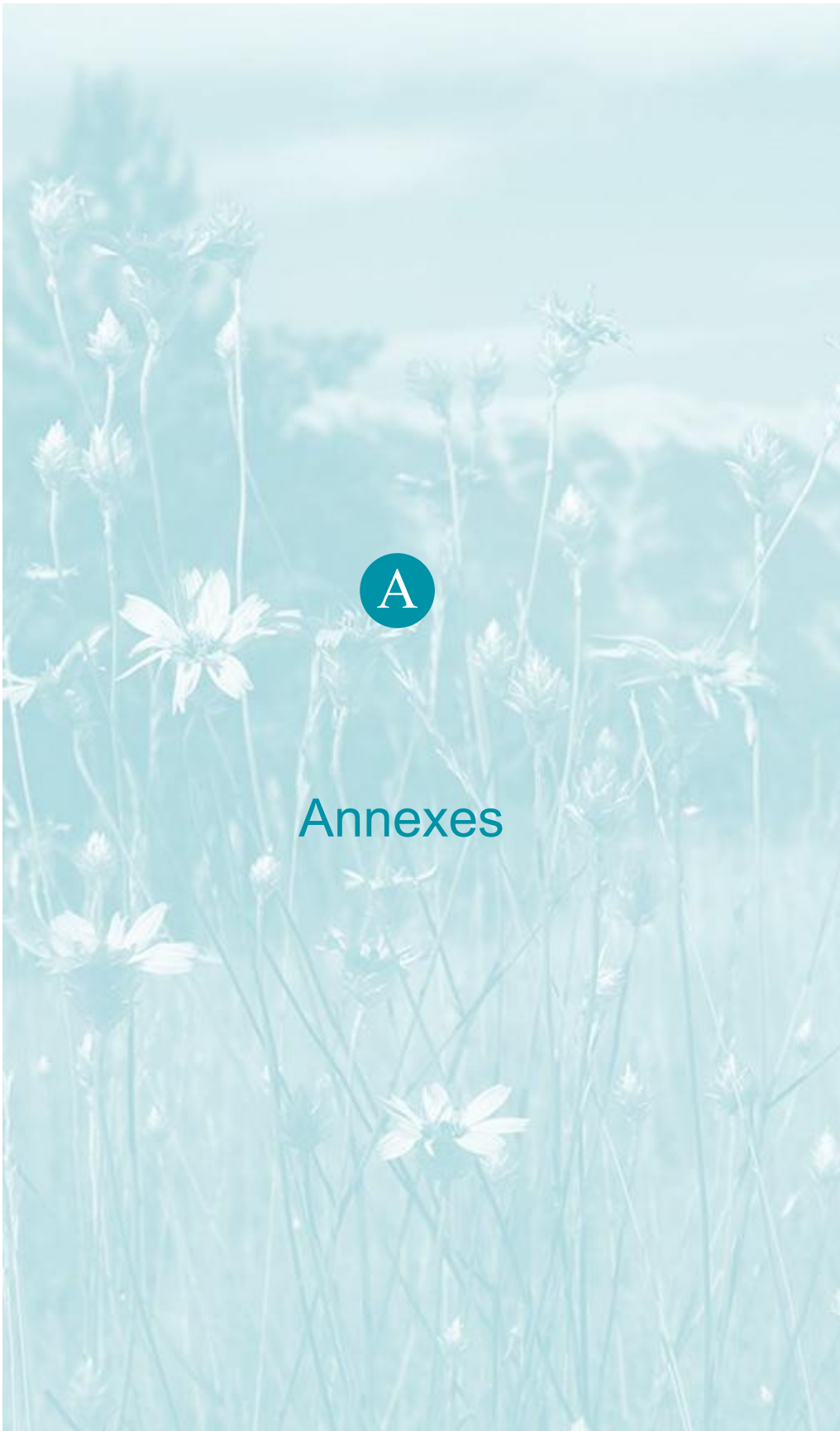
MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ENERGIE (MEDDE), 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre, Novembre 2015, 40p.

RYDELL, J, OTTVALL, R, PETTERSSON, S, & GREEN M. (2017) The effects of wind power on birds and bats, an updated synthesis report 2017, Swedish Environmental Protection Agency. ISBN 978-91-620-6791-5, ISSN 0282-7298, 129p.

SVENSSON L. (2014). Le guide ornitho, le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé. 448 p.

Site internet :

DURR, 2020 :
<https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkte/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>



A

Annexes

A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

En 2019 :

Tableau 34 : Résultats du suivi de mortalité

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne (m)
15/05/2019	E06	<i>Linaria cannabina</i>	Linotte mélodieuse	Frais	Immature	Indéterminé	Barotraumatisme	3,66
20/05/2019	E06	<i>Delichon urbica</i>	Hirondelle de fenêtres	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	18,39
19/06/2019	E05	<i>Accipiter nisus</i>	Epervier d'Europe	Sec	Adulte	Mâle	Collision avec pale	44,21
19/06/2019	E06	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	Sec	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	10,97
26/06/2019	E10	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	35,22
03/07/2019	E03	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Mâle	Collision avec pale	35,71
03/07/2019	E06	<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	Sec	Indéterminé	Mâle	Collision avec pale	27
03/07/2019	E07	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	36,84
16/07/2019	E08	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	28,32
25/07/2019	E02	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	48,06
25/07/2019	E08	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	38,72
31/07/2019	E06	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	41,82
14/08/2019	E05	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	43,19

A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

23/08/2019	E08	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	49,52
29/08/2019	E01	<i>Delichon urbica</i>	Hirondelle de fenêtres	Sec	Immature	Indéterminé	Collision avec pale	34,27
29/08/2019	E02	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Indéterminé	Femelle	Barotraumatisme	16,63
29/08/2019	E03	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	49,75
29/08/2019	E03	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	47,92
29/08/2019	E06	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	22,24
02/09/2019	E01	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	42,1
02/09/2019	E02	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	En décomposition	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	30,77
02/09/2019	E09	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	37,5
11/09/2019	E01	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	48,5
11/09/2019	E06	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Indéterminé	Mâle	Collision avec pale	8,77
18/09/2019	E01	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Frais	Indéterminé	Femelle	Barotraumatisme	44,93
18/09/2019	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	49,32
18/09/2019	E07	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	47,61
02/10/2019	E02	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	19,79
25/09/2019	E03	<i>Accipiter nisus</i>	Épervier d'Europe	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	47,21

A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

En 2020 :

Tableau 35 : Résultats du suivi mortalité

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
30/06/2020	E09	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pâle	48,98 m
21/07/2020	E09	<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	16,45 m
21/07/2020	E09	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	16,99 m
21/07/2020	E08	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	20,45 m
28/07/2020	E06	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	Plumée	Adulte	Indéterminé	Collision avec pâle	31,16 m
28/07/2020	E08	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pâle	19,91 m
28/07/2020	E09	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Plumée	Adulte	Indéterminé	Collision avec pâle	39,54 m
04/08/2020	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pâle	9,62 m
04/08/2020	E05	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pâle	49,68 m
11/08/2020	E07	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pâle	25,99 m
11/08/2020	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pâle	31,5 m
11/08/2020	E07	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Indéterminé	Mâle	Collision avec pâle	31,97 m
11/08/2020	E09	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pâle	36,47 m
11/08/2020	E05	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Indéterminé	Mâle	Collision avec pâle	42,08 m
11/08/2020	E03	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pâle	47,28 m

A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

11/08/2020	E05	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pôle	50 m
11/08/2020	E06	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Plumée	Adulte	Indéterminé	Collision avec pôle	6,88 m
18/08/2020	E07	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pôle	12,64 m
18/08/2020	E05	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	23,67 m
18/08/2020	E10	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Mâle	Collision avec pôle	32,79 m
18/08/2020	E06	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Plumée	Adulte	Indéterminé	Collision avec pôle	46,32 m
18/08/2020	E02	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Plumée	Adulte	Indéterminé	Collision avec pôle	48,9 m
25/08/2020	E03	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Indéterminé	Femelle	Collision avec pôle	13,78 m
25/08/2020	E02	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pôle	35,61 m
25/08/2020	E02	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Phragmite des joncs	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pôle	32,68 m
01/09/2020	E09	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	38,85 m
01/09/2020	E08	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Rougequeue à front blanc	Frais	Adulte	Femelle	Collision avec pôle	44,04 m
09/09/2020	E02	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pôle	13,65 m
22/09/2020	E03	<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	4,36 m
22/09/2020	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Femelle	Barotraumatisme	29,37 m
22/09/2020	E01	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	Plumée	Adulte	Indéterminé	Collision avec pôle	42,96 m
22/09/2020	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	34,3 m

A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

29/09/2020	E05	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Inconnu	48,48 m
13/10/2020	E02	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	En décomposition	Adulte	Indéterminé	Collision avec pâle	43,06 m
20/10/2020	E05	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	Frais	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	7,44 m
20/10/2020	E05	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	Frais	Adulte	Indéterminé	Barotraumatisme	29,54 m
20/10/2020	E05	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	34,47 m



Siège social :

22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze

Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - www.biotope.fr