



NEOEN

## Parc éolien de Chassepain

Communes de Saint-  
Chartier et de Saint-  
Août (36)

NEOEN

mai 2020

**Suivi environnemental  
post-implantation (1<sup>er</sup>  
année - 2019)**



biotopé

|                               |   |  |
|-------------------------------|---|--|
| <b>Citation recommandée</b>   | Biotope, 2020, NEOEN, Suivi environnemental post-implantation (1er année - 2019) sur le parc éolien de Chassepain. 88p. |  |
| Version/Indice                | VF  |  |
| Date                          | mai 2020  |  |
| Nom de fichier                | Chassepain_Mortalité_NEOEN_Biotope_VF   |  |
| Référence dossier             |   |  |
| Maître d'ouvrage              | NEOEN   |  |
| Interlocuteurs                | Louis-Marie ZELLER  | Contact : louis-marie.zeller@neoen.com<br>Tél : 07 50 14 87 12 |
| Biotope, Rédaction de l'étude | Julien TRANCHARD  | Contact : jtranchard@biotope.fr<br>Tél : 06 35 46 29 01        |
| Biotope, Contrôleur qualité   | Ludivine DOYEN  | Contact : ldoyen@biotope.fr<br>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 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

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Contexte de l'étude et aspects méthodologiques</b>   | <b>9</b>  |
| <b>1</b> | <b>Présentation du parc éolien</b>  | <b>10</b> |
| 1.1      | Contexte  | 10        |
| 1.2      | Rappel des enjeux de l'étude d'impact   | 14        |
| <b>2</b> | <b>Méthodologie appliquée</b>   | <b>22</b> |
| 2.1      | Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national                       | 22        |
| 2.2      | Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées                                      | 24        |
| 2.3      | Équipe de travail et dates de prospection   | 32        |
| 2.4      | Conditions de réalisation du suivi de mortalité   | 34        |
| <b>2</b> | <b>Synthèse et analyse des résultats</b>  | <b>41</b> |
| <b>1</b> | <b>Résultats du suivi de mortalité</b>  | <b>42</b> |
| 1.1      | Résultats bruts   | 42        |
| 1.2      | Analyse des résultats   | 53        |
| <b>2</b> | <b>Facteurs d'impact et mesures correctives</b>   | <b>62</b> |
| 2.1      | Analyse croisée avec l'étude d'impact   | 62        |
| 2.2      | Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères | 65        |
| <b>3</b> | <b>Résultats du suivi spécifique « Grue cendrée » en migration</b>                                      | <b>73</b> |
| 3.1      | Contexte migratoire de la Grue cendrée  | 73        |
| 3.2      | Sensibilité de la Grue cendrée aux parcs éoliens  | 74        |
| 3.3      | Résultats du suivi en 2019  | 75        |
| 3.4      | Synthèse et analyse de l'expertise « grue » en période migratoire sur l'année 2019                      | 79        |
| <b>4</b> | <b>Mesures correctives et conseil</b>   | <b>82</b> |
| <b>3</b> | <b>Bibliographie</b>  | <b>83</b> |
|          | <b>Annexes</b>  | <b>85</b> |

## Liste des tableaux

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Équipe de travail   | 32 |
| Tableau 2 : Prospections de terrain et informations météorologiques                                     | 32 |
| Tableau 3 : Bilan de l'occupation du sol pour les neuf éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. | 34 |

|   |    |
|---|----|
| Tableau 4 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 2 tests).  | 40 |
| Tableau 5 : 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   | 48 |
| Tableau 6 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Chassepain   | 49 |
| Tableau 7 : 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   | 51 |
| Tableau 8 : Statuts réglementaires et de conservation de l'espèce de chauve-souris touchée par le parc de Chassepain  | 52 |
| Tableau 9 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 24 passages   | 53 |
| Tableau 10 : 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. | 54 |
| Tableau 11 : 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.             | 55 |
| Tableau 12 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation  | 57 |
| Tableau 13 : Estimation de la mortalité la plus probable de chiroptères au sein du parc de Chassepain sur la période du suivi   | 57 |
| Tableau 14 : Estimation de la mortalité la plus probable des oiseaux au sein du parc de Chassepain sur la période du suivi  | 59 |
| Tableau 15 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité   | 62 |
| Tableau 16 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces   | 72 |
| Tableau 17 : Synthèse des observations réalisées au niveau du parc éolien de Chassepain lors de la migration des Grues cendrées en période de migration pré-nuptiale  | 75 |
| Tableau 18 : Synthèse des observations réalisées au niveau du parc éolien de Chassepain lors de la migration des Grues cendrées en période de migration post-nuptiale   | 76 |
| Tableau 19 : Résultats du suivi de mortalité  | 86 |

## Liste des illustrations

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Figure 1 : Éolienne 1 le 15 mai 2019 | 10 |
| Figure 2 : Éolienne 2 le 15 mai 2019 | 10 |

|  |    |
|--|----|
| Figure 3 : Éolienne 3 le 15 mai 2019   | 10 |
| Figure 4 : Éolienne 4 (non suivie) le 15 mai 2019  | 10 |
| Figure 5 : Éolienne 5 le 15 mai 2019   | 11 |
| Figure 6 : Éolienne 6 le 15 mai 2019   | 11 |
| Figure 7 : Éolienne 7 le 15 mai 2019   | 11 |
| Figure 8 : Éolienne 8 le 15 mai 2019   | 11 |
| Figure 9 : Éolienne 9 le 15 mai 2019   | 11 |
| Figure 10 : Éolienne 10 le 15 mai 2019   | 11 |
| Figure 11 : Répartition des oiseaux de valeur patrimoniale remarquable observés en période migratoire (source : Indre Nature)  | 15 |
| Figure 12 : Répartition des observations de Grue cendrée en passage migratoire (source : Indre Nature)   | 16 |
| Figure 13 : Répartition d'oiseaux remarquables observés en période de reproduction (source : Indre Nature)   | 17 |
| Figure 14 : Répartition des observations de chiroptères (source : Indre Nature)  | 19 |
| Figure 15 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018  | 22 |
| Figure 16 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018)  | 23 |
| Figure 17 : Evolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi   | 36 |
| Figure 18 : occupation du sol représentative du parc éolien de Chassepain.   | 37 |
| Figure 19 : Évolution du pourcentage de surface prospectée par passage   | 38 |
| Figure 20 : Synthèse (boite 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).   | 38 |
| Figure 21 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope   | 39 |
| Figure 22 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observé sur le parc éolien de Chassepain  | 42 |
| Figure 23 : Extrait des photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Linotte mélodieuse, Hirondelle de fenêtrées, Épervier d'Europe, Pigeon ramier, Buse variable, Martinet noir, Roitelet à triple bandeau, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle pygmée, Pipistrelle commune/pygmée, Noctule commune et Noctule de Leisler. | 43 |
| Figure 24 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Chassepain  | 44 |
| Figure 25 : Nombre de cadavre découvert par éolienne   | 45 |
| Figure 26 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Chassepain. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude en fonction de la distance au pied de l'éolienne.  | 45 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 27 : 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   | 46 |
| Figure 28 : Répartition des individus trouvés en fonction de l'occupation du sol  | 47 |
| Figure 29 : Durées de persistances moyennes des cadavres et incertitudes (intervalles de confiance à 95%)   | 54 |
| Figure 30 : 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  | 58 |
| Figure 31 : 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   | 60 |
| Figure 32 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Chassepain  | 65 |
| Figure 33 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de l'éolienne E02.   | 65 |
| Figure 34 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de l'éolienne E06.   | 66 |
| Figure 35 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien Chassepain.  | 66 |
| Figure 36 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E02 (n = 1 020 contacts de 5 sec. et 488 min. pos.)  | 67 |
| Figure 37 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E8 (n = 2 465 contacts de 5 sec. et 1 122 min. pos.)   | 67 |
| Figure 38 : 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)                           | 68 |
| Figure 39 : 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)                           | 69 |
| Figure 40 : 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) | 69 |
| Figure 41 : 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) | 69 |
| Figure 42 : 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)   | 70 |
| Figure 43 : 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)    | 70 |
| Figure 44 : 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) | 71 |
| Figure 45 : 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) | 71 |
| Figure 46 : Hauteur de vol des Grues cendrées en migration en 2019 sur ou aux abords du parc éolien de Chassepain  | 78 |

## Tables des cartes

|   |    |
|---|----|
| Carte 1 : Localisation des éoliennes  | 12 |
| Carte 2 : Situation paysagère et disposition des éoliennes  | 13 |
| Carte 3 : Localisation des points d'observation de la Grue cendrée en période migratoire au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019 | 31 |
| Carte 4 : Carte de localisation des couloirs de migration des Grues cendrées en France  | 74 |
| Carte 5 : Grues cendrées en migration pré-nuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019                                       | 80 |
| Carte 6 : Grues cendrées en migration post-nuptiale au niveau du parc éolien de Chassepain en 2019                                      | 81 |

## Annexes

|   |    |
|---|----|
| Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres | 86 |
|---|----|

1

## Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

# 1 Présentation du parc éolien

### 1.1 Contexte

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 E7, E8 et sur la parcelle nord de l'éolienne E9. On note également la présence de linéaires de haies sur l'ensemble du parc.



Figure 1 : Éolienne 1 le 15 mai 2019



Figure 2 : Éolienne 2 le 15 mai 2019



Figure 3 : Éolienne 3 le 15 mai 2019



Figure 4 : Éolienne 4 (non suivie) le 15 mai 2019

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Figure 5 : Éolienne 5 le 15 mai 2019



Figure 6 : Éolienne 6 le 15 mai 2019



Figure 7 : Éolienne 7 le 15 mai 2019



Figure 8 : Éolienne 8 le 15 mai 2019



Figure 9 : Éolienne 9 le 15 mai 2019

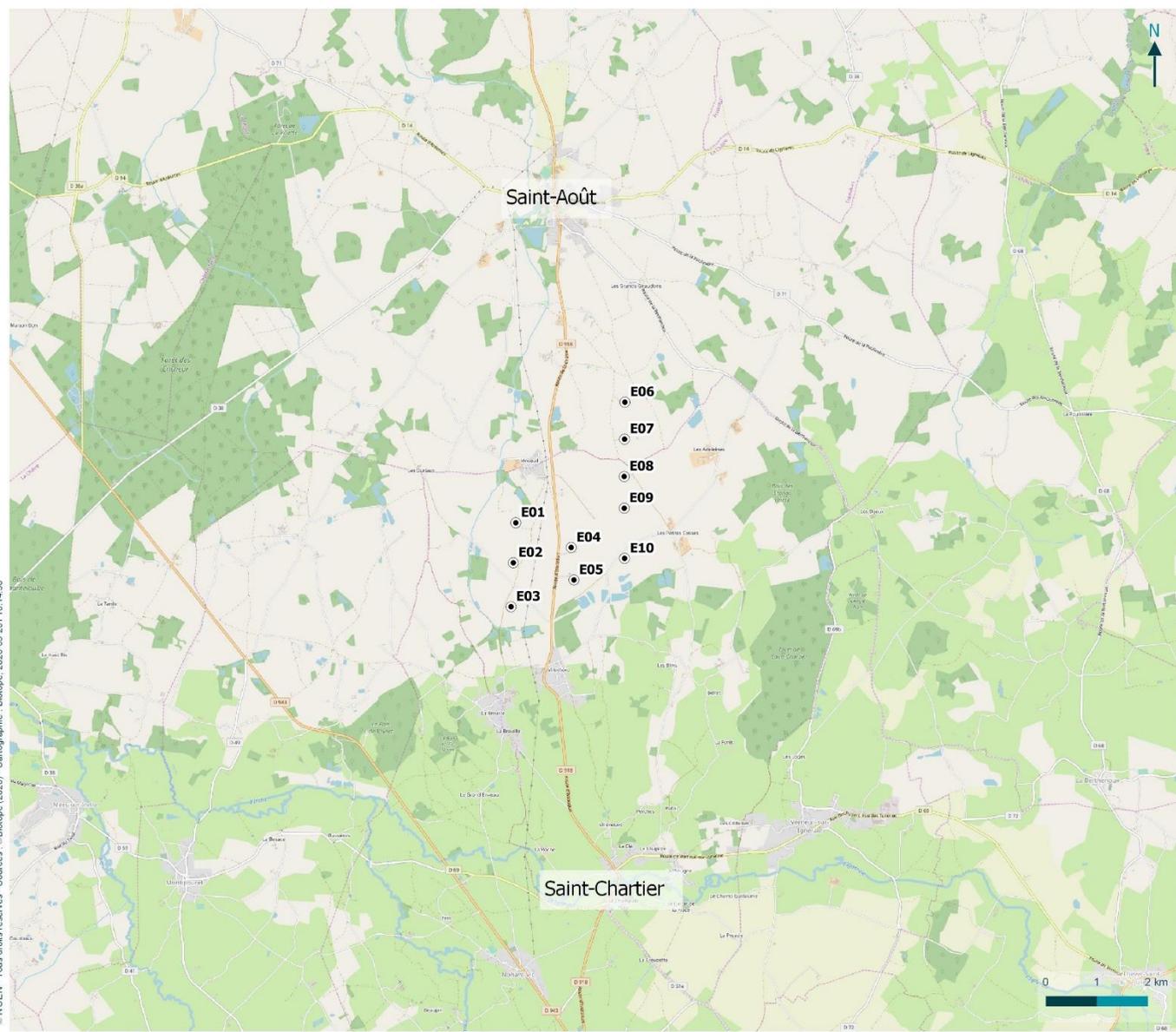


Figure 10 : Éolienne 10 le 15 mai 2019

## Localisation des éoliennes

Suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Chassepain

● Implantation des éoliennes



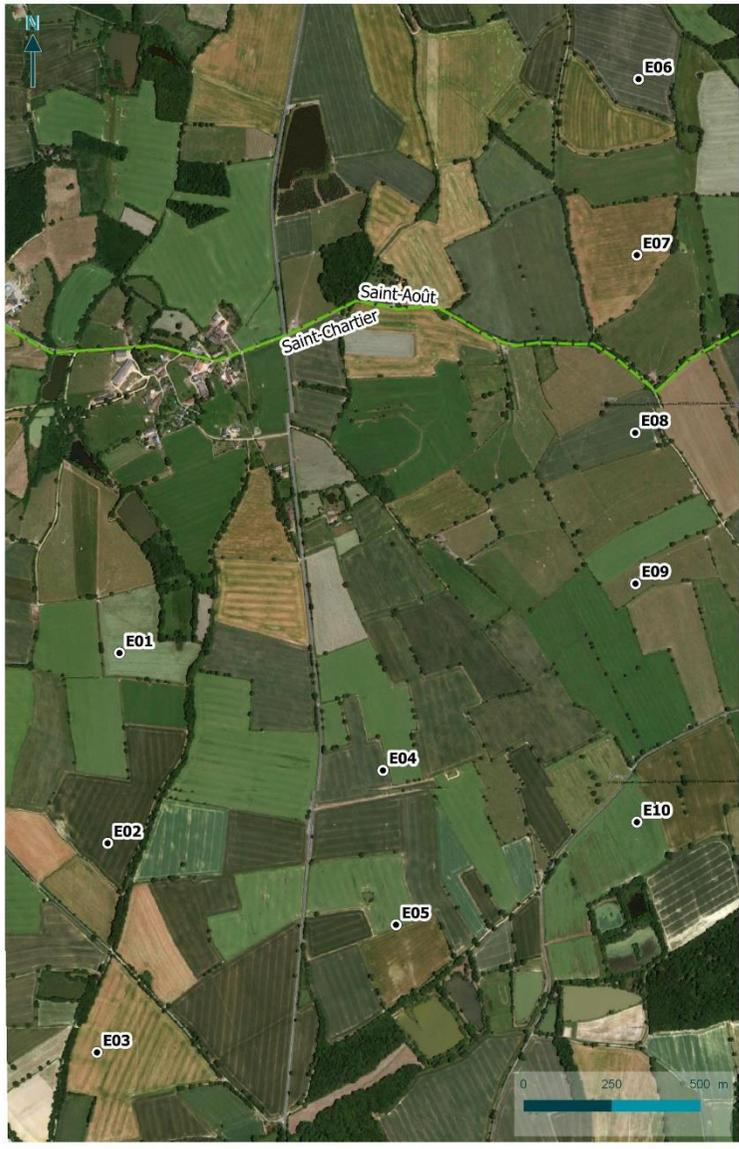
© NEOEN - Tous droits réservés - Sources : Biotopie (2020) - Cartographie : Biotopie, 2020-03-20T10:14:30



Carte 1 : Localisation des éoliennes



Suivi environnemental post-implantation (1er année - 2019)



NEOEN

Parc éolien de Chassepain  
NEOEN  
mai 2020

## Situation paysagère et disposition des éoliennes

Suivi environnemental post-implantation du parc éolien de Chassepain

- Implantation des éoliennes
- Limites communales



Carte 2 : Situation paysagère et disposition des éoliennes



Suivi environnemental post-implantation (1er année - 2019)

## 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.

#### 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 immédiat 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 pré-nuptiale :

*« La migration pré-nuptiale a concerné 40 espèces. Le phénomène migratoire pré-nuptial est beaucoup plus diffus dans l'espace que la migration post-nuptiale 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 pré-nuptiale 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 post-nuptiale :

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

« En passage migratoire post-nuptiale, 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-Aout). »

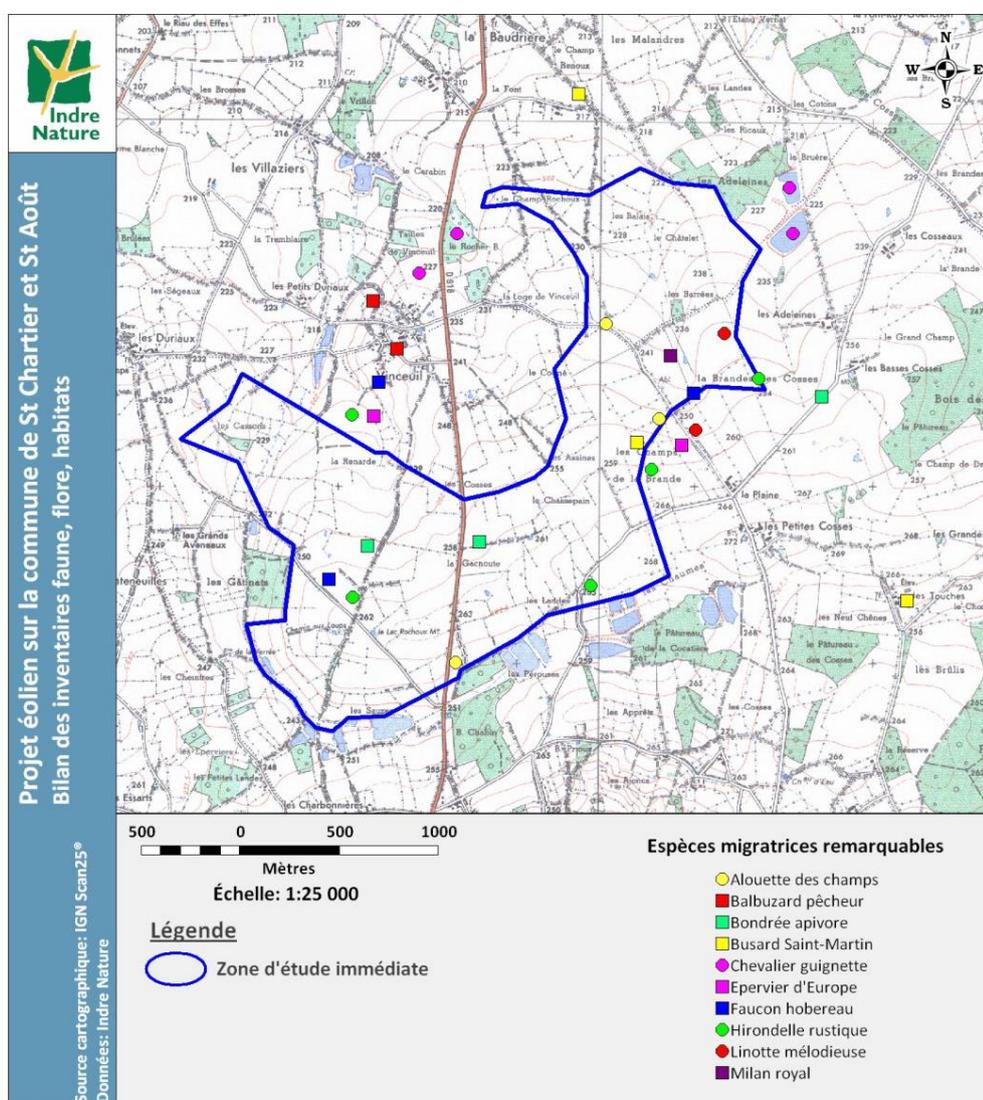


Figure 11 : Répartition des oiseaux de valeur patrimoniale remarquable observés en période migratoire (source : Indre Nature)

# 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

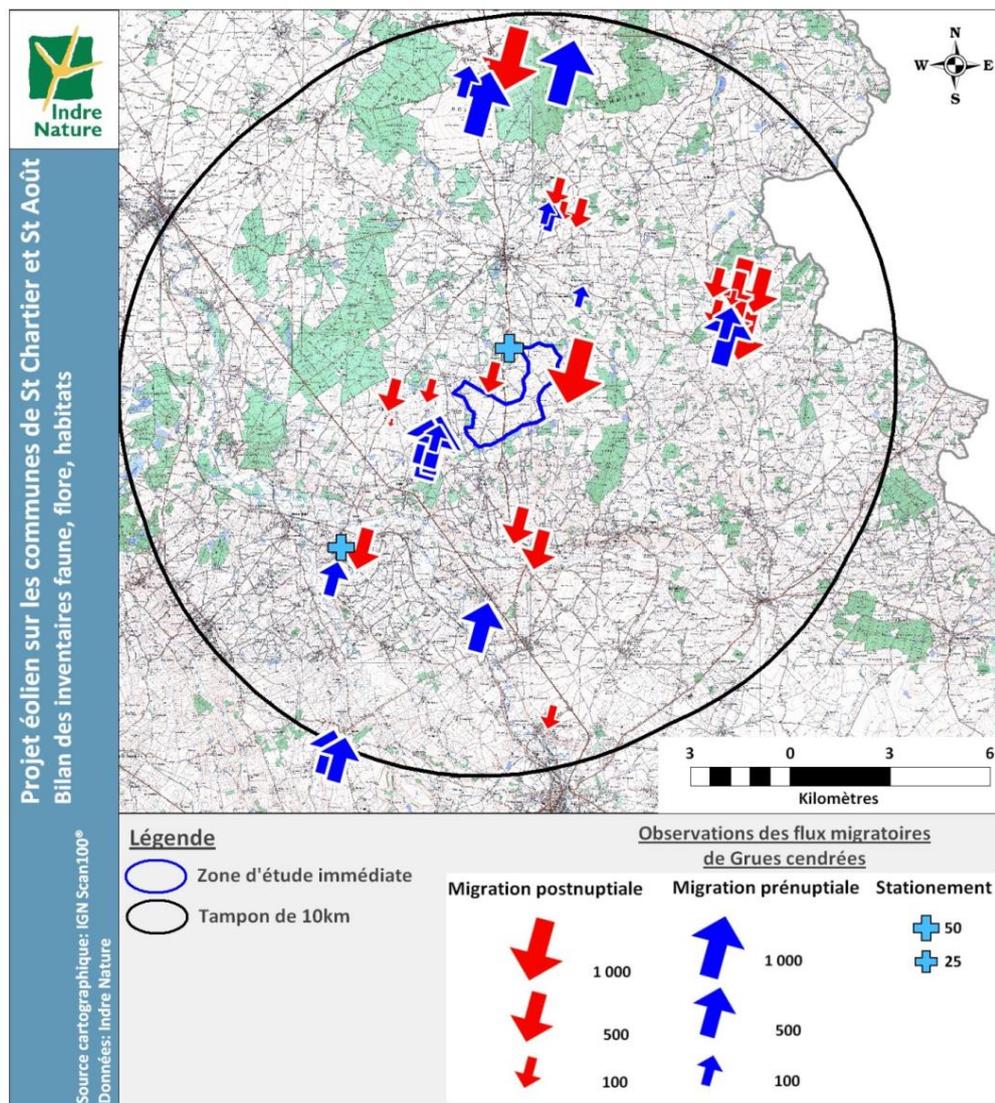


Figure 12 : Répartition des observations de Grue cendrée en passage migratoire (source : Indre Nature)

## ■ 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

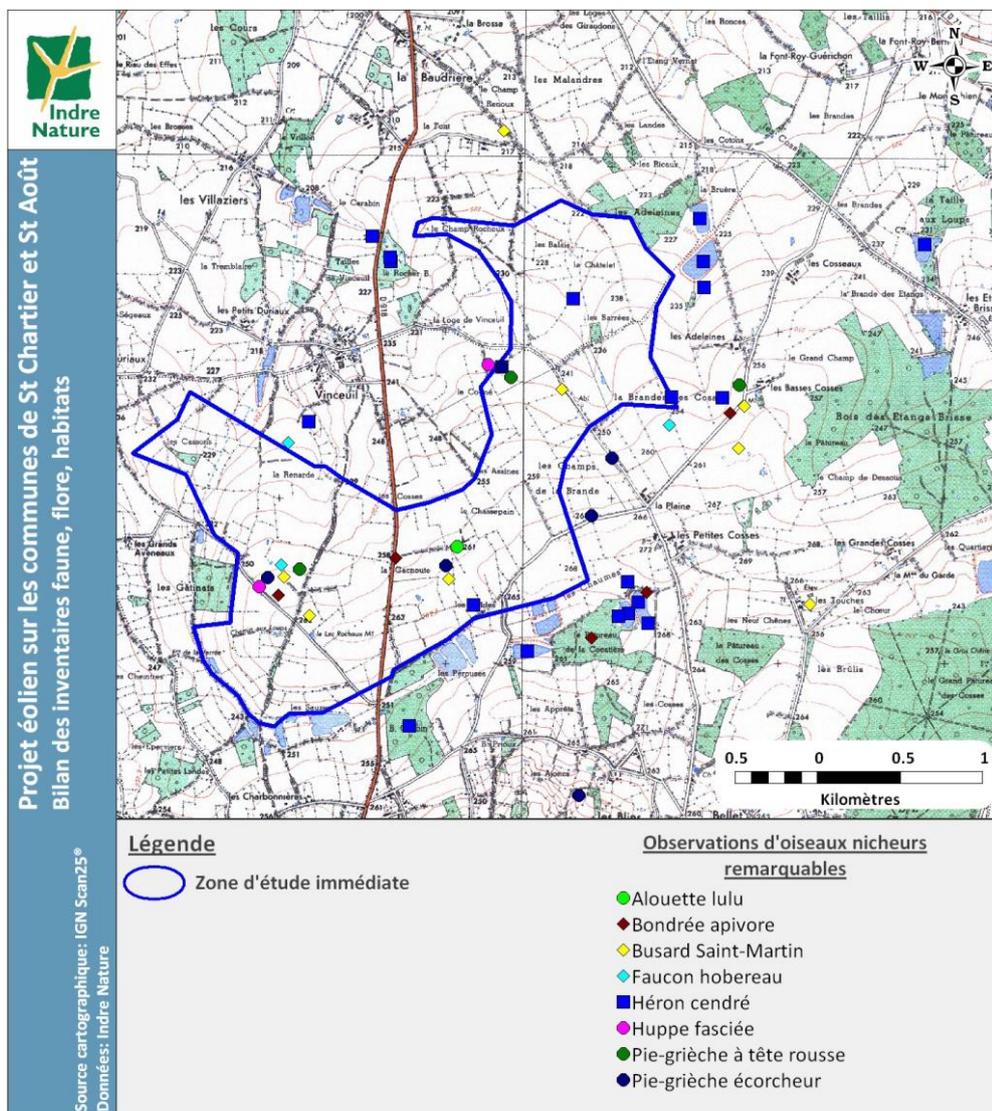


Figure 13 : Répartition d'oiseaux remarquables observés en période de reproduction (source : Indre Nature)

### 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-aouët 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

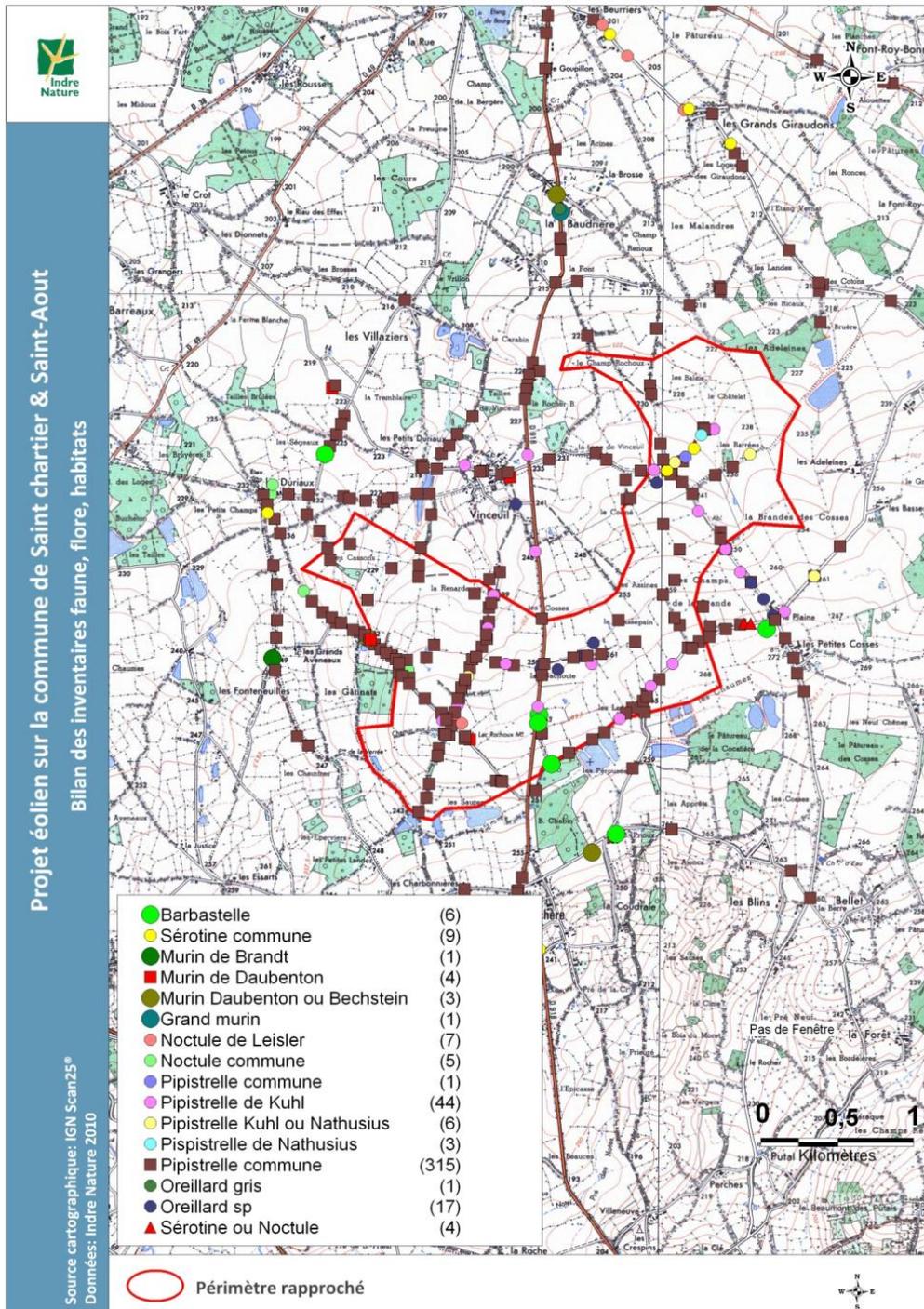


Figure 14 : Répartition des observations de chiroptères (source : Indre Nature)

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

En 2019, le suivi réalisé a consisté à réaliser un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères au niveau des neuf éoliennes du parc. En parallèle, un suivi de la migration des Grues cendrées, et une étude de la migration et des écoutes en altitude des chiroptères ont été réalisées.

### 1.2.2 Intérêts 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*),

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- Le Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*),
- Le Murin de Brandt (*Myotis brandtii*),
- L'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*).

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 |
|---------------------------------|---|--|
| <b>Noctule commune</b>          | Chasse : bois, haies<br>Gîtes : arbres  | ++                                       |
| <b>Noctule de Leisler</b>       | Chasse : bois, haies<br>Gîtes : arbres  | ++                                       |
| <b>Pipistrelle commune</b>      | Chasse : bois, haies<br>Gîtes : constructions humaines                                    | ++                                       |
| <b>Pipistrelle de Nathusius</b> | Chasse : bois, haies<br>Gîtes : arbres  | ++                                       |
| <b>Pipistrelle de Kuhl</b>      | Chasse : bois, haies, milieux ouverts<br>Gîtes : construction humaines                    | ++                                       |
| <b>Sérotine commune</b>         | Chasse : milieux ouverts, bocages, lisières forestières<br>Gîtes : constructions humaines | ++                                       |
| <b>Murin de Daubenton</b>       | Chasse : bois, haies<br>Gîtes : arbres ou constructions humaines proche de l'eau          | +  |
| <b>Murin de Brandt</b>          | Chasse : bois, haies<br>Gîtes : arbres  | +  |

++ : potentiellement important

+ potentiellement peu important

## 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 et protocole national

L'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent dispose que « au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, 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. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole. Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées ».

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.

### 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 15 : 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 éoliennes + (n - 8) / 2.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

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 suivi dans le cadre de cette étude est l'éolienne E4.

### 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).

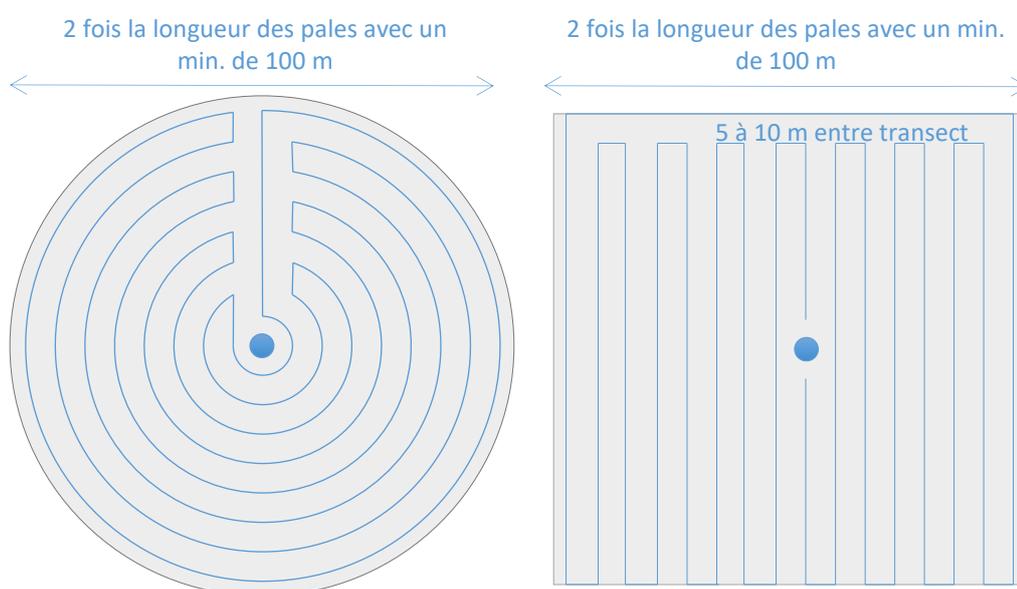


Figure 16 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018)

**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

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 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 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 des sources du Mistral. 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<sub>e</sub>** = 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 non 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, 2010<sup>1</sup> / 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'évaluation la capacité de détection de l'observateur dans un maximum de modalités d'occupation du sol afin de limiter les extrapolations.

---

<sup>1</sup> 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 prospector tout au long du suivi. Le moment de réalisation des tests doit permettre sur l'ensemble de pouvoir tester l'observateur dans un maximum de situations d'occupation du sol. 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 possible 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 multipliée par le nombre de cadavres découverts lors des suivis.

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 expérience, une végétation au-delà de 30 cm de hauteur limite très fortement la capacité de

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

détection des cadavres. En fonction du type de couvert, le technicien a 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 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 aller au point d'être dans l'incapacité à 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 environ 1 900 m de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.**

👉 Ainsi 24 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 15 mai 2019 au 22 octobre 2019.

#### *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 seront 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 réalisée 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.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- 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.
- 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 seront remplacés simplement en dehors de l'aire de prospection.

---

### 2.2.3 Étude de l'activité des Grue cendrées

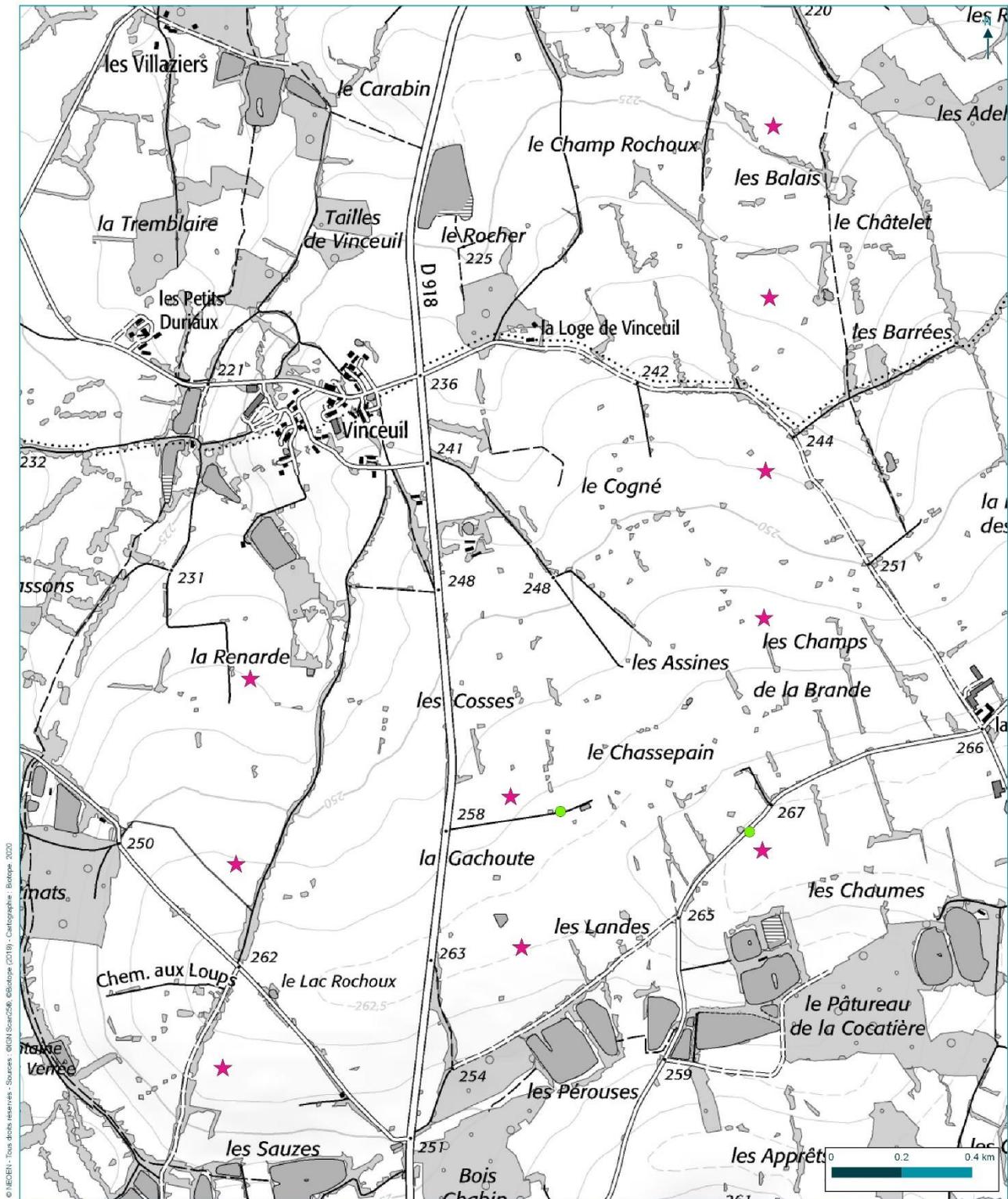
L'expertise des oiseaux ciblée sur la Grue cendrée en migration pré et postnuptiale a été menée sur le parc éolien et ses abords en période migratoire (février/mars 2019 puis octobre/novembre 2019).

Deux passages par période migratoire ont été effectués. 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**

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



Suivi environnemental post-implantation (1er année - 2019)

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.3 Équipe de travail et dates de prospection

#### 2.3.1 Équipe de travail

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

Tableau 1 : Équipe de travail

| Domaine d'intervention   | Agents de Biotope |
|--|-------------------|
| <b>Contrôle qualité</b>  | Ludivine DOYEN    |
| <b>Chef de projet</b><br>Responsable et rédaction du projet<br>Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères<br>(suivi mortalité et suivi grues) | Julien TRANCHARD  |
| <b>Technicien suivi de mortalité</b><br>Récolte des données mortalité avifaune et chiroptères<br>(suivi mortalité et suivi grues)                        | Sophie LAURENT    |
| <b>Expert Ornithologue</b><br>Récolte des données avifaune (suivi grues)   | Franck LETERME    |

#### 2.3.2 Prospections de terrain

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 pré-nuptiale et 2 en post-nuptiale).

Tableau 2 : Prospections de terrain et informations météorologiques

| Numéro de passage                       | Date       | Conditions météorologiques  |
|---|------------|---|
| <b>Suivi de mortalité (24 passages)</b> |            |   |
| 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       |

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

| Numéro de passage                                       | Date       | Conditions météorologiques  |
|---|------------|---|
| 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    |
| 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   |
| <b>Tests d'efficacité (2 tests)</b>                     |            |   |
| Test 1  | 19/06/2019 | Dépôt de 75 leurres   |
| Test 2  | 14/08/2019 | Dépôt de 60 leurres   |
| <b>Tests de prédation (2 tests)</b>                     |            |   |
| 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)  |
| <b>Suivi spécifique de la Grue cendrée (4 passages)</b> |            |   |

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

| Numéro de passage | Date       | Conditions météorologiques   |
|-------------------|------------|--|
| 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 |

## 2.4 Conditions de réalisation du suivi de mortalité

### 2.4.1 Occupation du sol et zones prospectées

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.

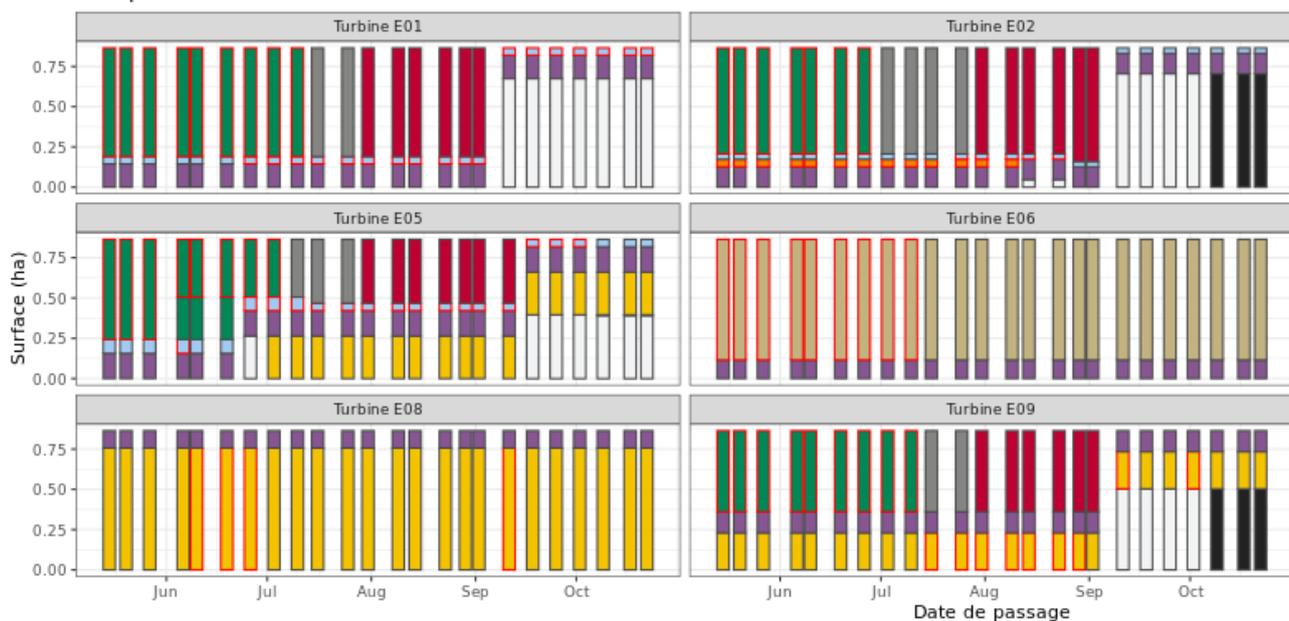
| Milieux    | E01 | E02 | E03 | E05 | E06 | E07 | E08 | E09 | E10 | Total |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Céréale    | 29% | 22% | 30% | 21% |     |     |     | 22% |     | 13,8% |
| Chaume     | 7%  | 13% | 9%  | 6%  |     |     |     | 5%  | 4%  | 4,8%  |
| 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% |

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

|              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 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 prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).

Occupation du sol des turbines selon la date



## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

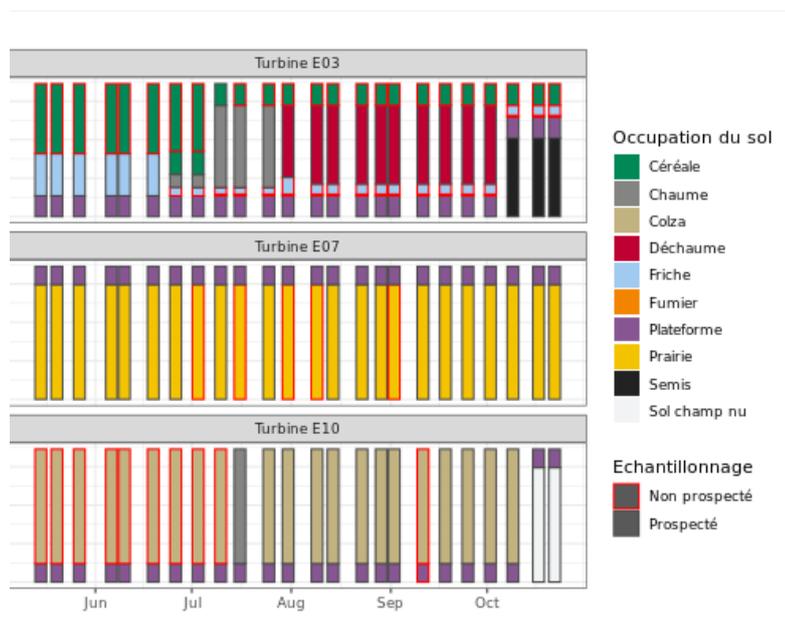


Figure 17 : Evolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

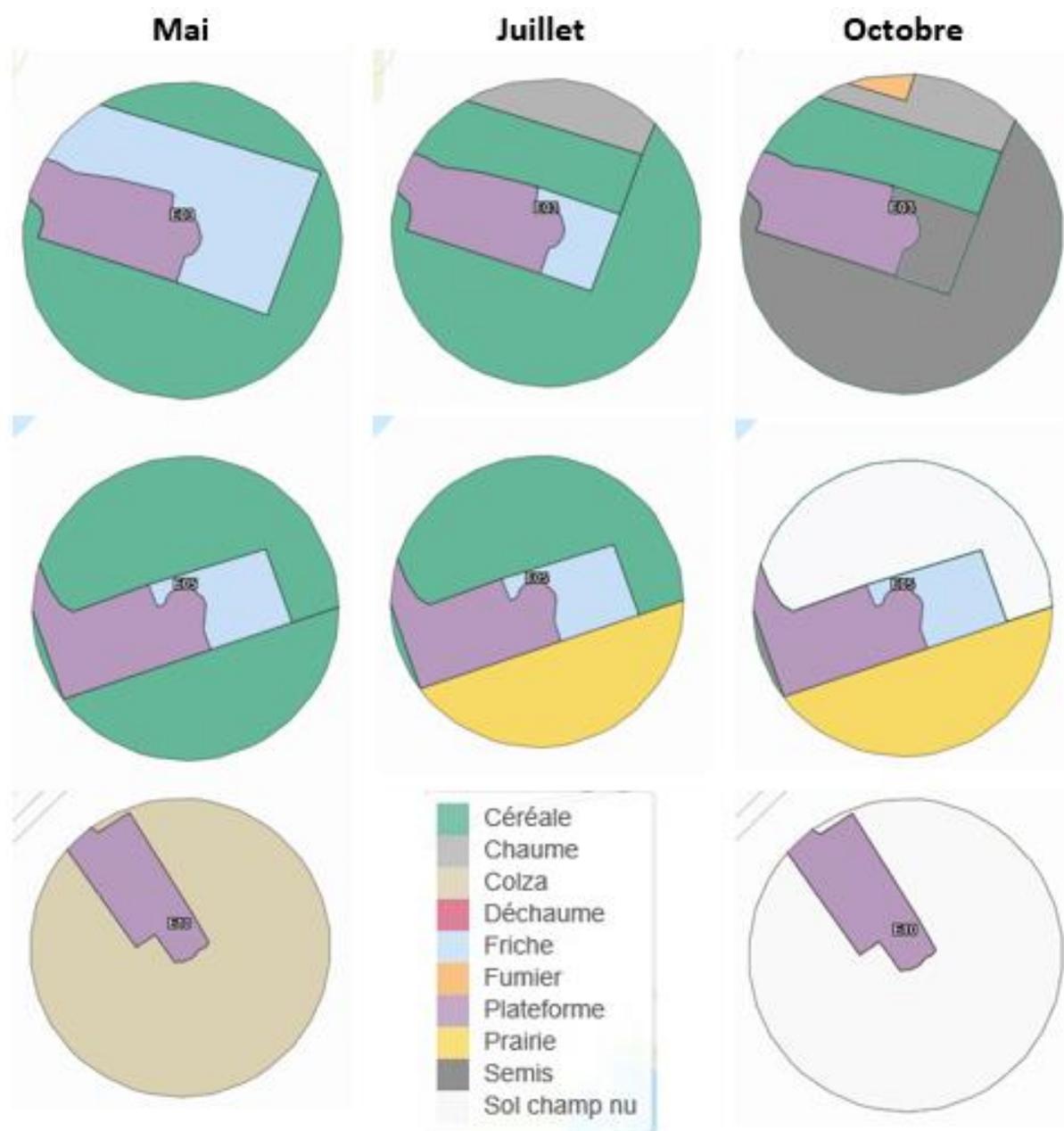


Figure 18 : occupation du sol représentative du parc éolien de Chassepain.

**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

### 2.4.2 Évolution du taux de surface prospectée

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.

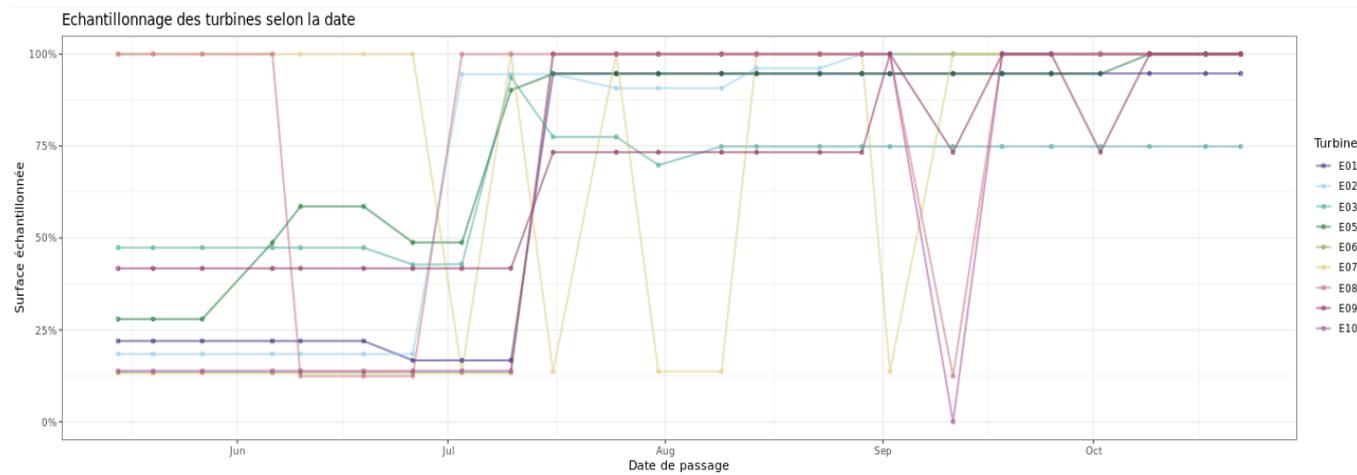


Figure 19 : Évolution du pourcentage de surface prospectée par passage

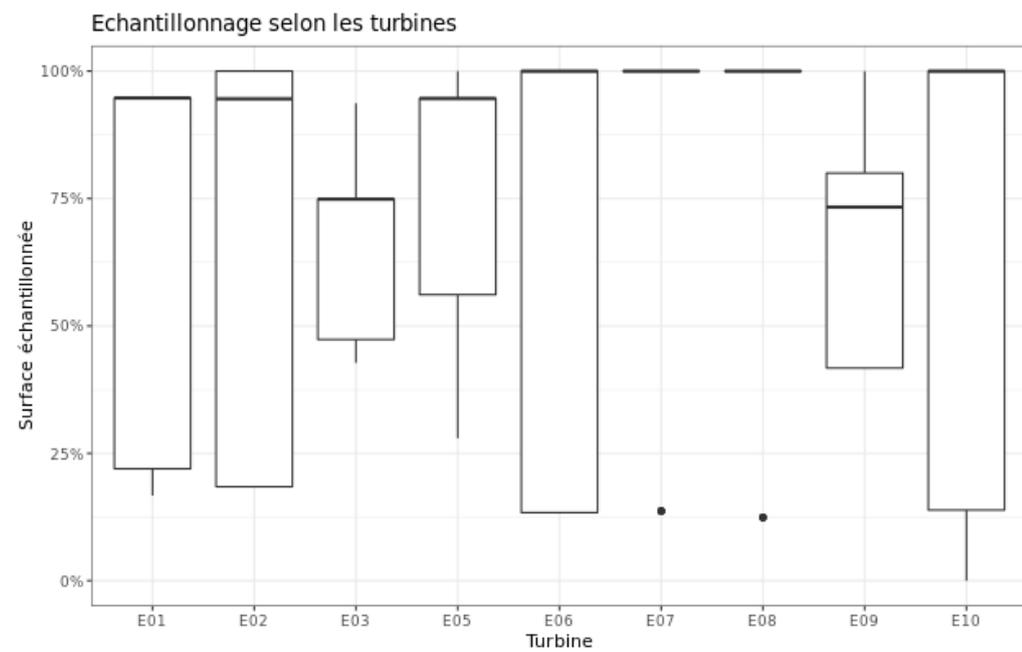


Figure 20 : Synthèse (boîte à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1er quartile, médiane en gras, 3ème quartile, maximum).

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.4.3 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 ». 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).

Les visites de contrôle ont été faites à différents jours (J+1, J+2, J+4, J+7, J+10, J+14), tôt le matin, pendant deux semaines. L'opérateur avait la charge de noter la présence de tous les cadavres avec identification et localisation des cadavres disparus à chaque passage dédié.

### 2.4.4 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 lure 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 21 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Tableau 4 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (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            |
| <b>Total</b>          | <b>16</b> | <b>10</b> | <b>24</b> | <b>25</b> | <b>9</b> | <b>17</b> | <b>13</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>135</b>    |

### 2.4.5 Limites propres à la mise en œuvre du suivi

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.

2

## Synthèse et analyse des résultats

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1 Résultats du suivi de mortalité

#### 1.1 Résultats bruts

##### 1.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts

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.

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

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)).

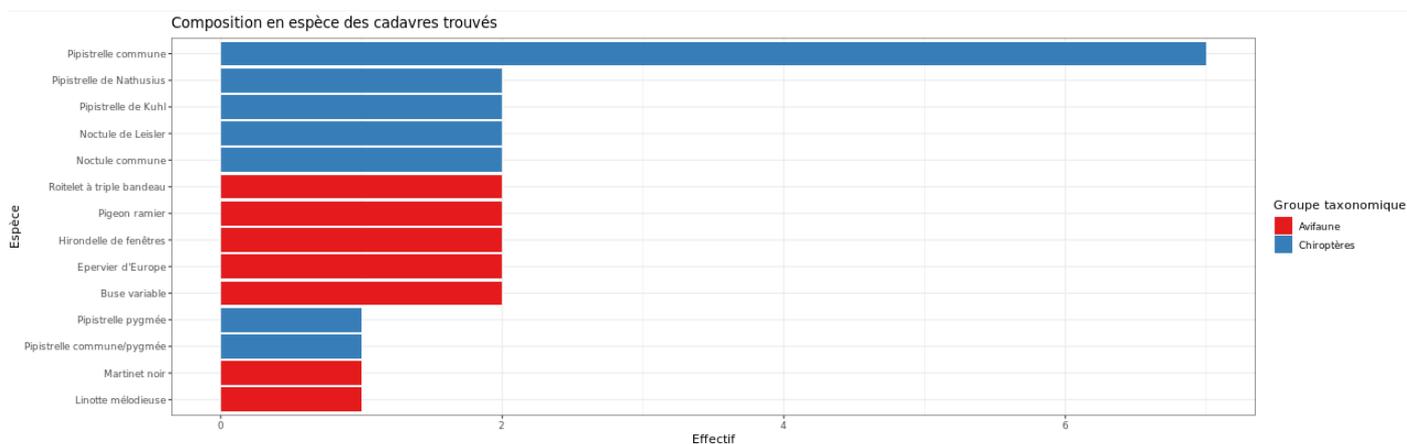


Figure 22 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observé sur le parc éolien de Chassepain



## 2 Synthèse et analyse des résultats



Figure 23 : Extrait des photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Linotte mélodieuse, Hirondelle de fenêtres, Épervier d'Europe, Pigeon ramier, Buse variable, Martinet noir, Rôtelet à triple bandeau, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, 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.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Les cadavres de chiroptères ont été retrouvés sur deux périodes principalement : fin juin à mi-juliet, 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 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.

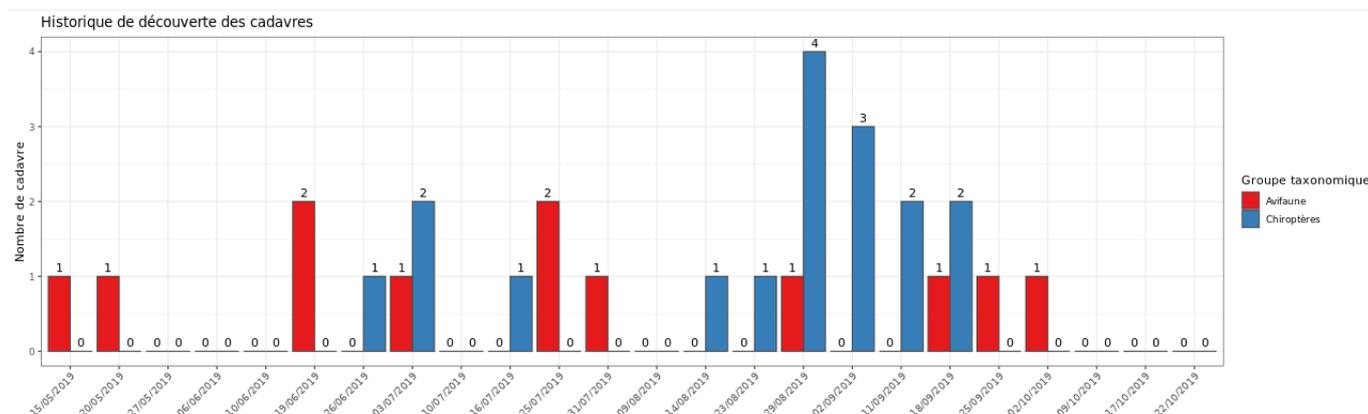


Figure 24 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Chassepain

### 1.1.2 Suivi par éolienne

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.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

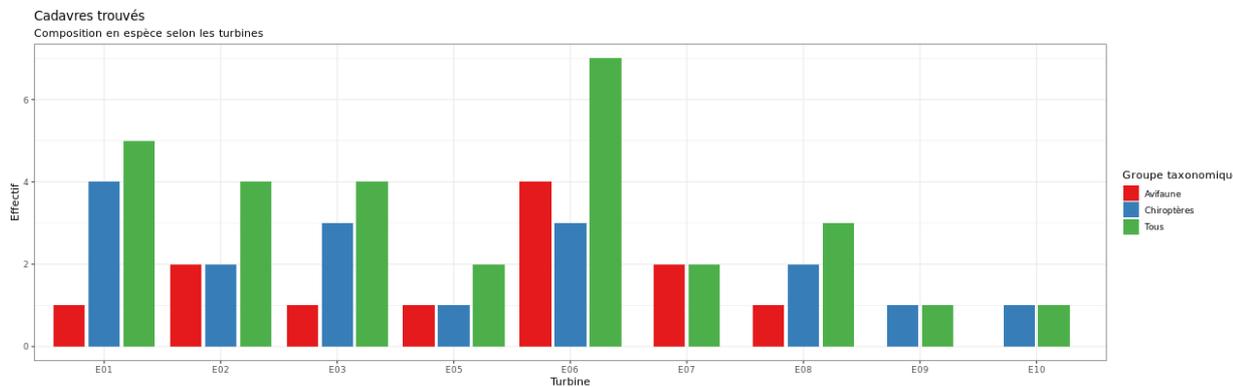


Figure 25 : Nombre de cadavre découvert par éolienne

### 1.1.3 Répartition spatiale des observations

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.

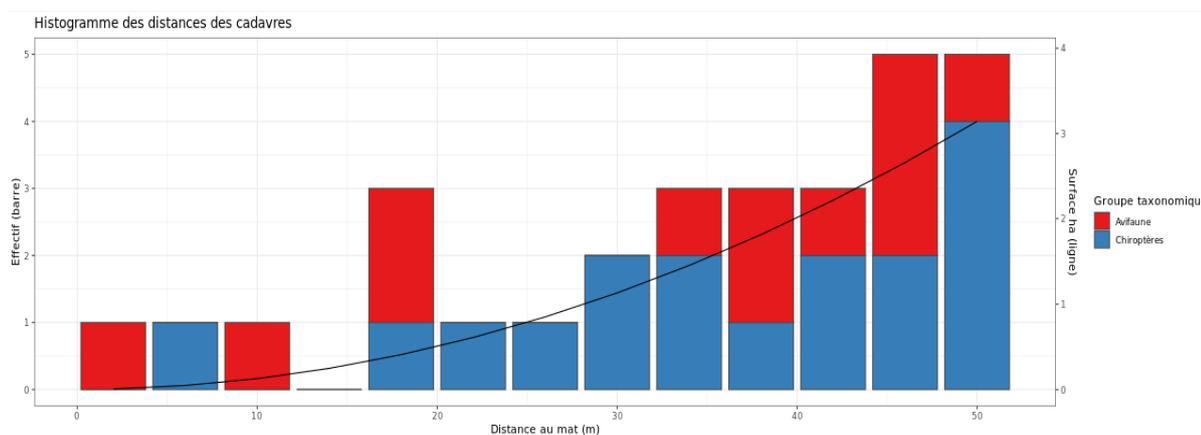


Figure 26 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Chassepain. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude en fonction de la distance au pied de l'éolienne.

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.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

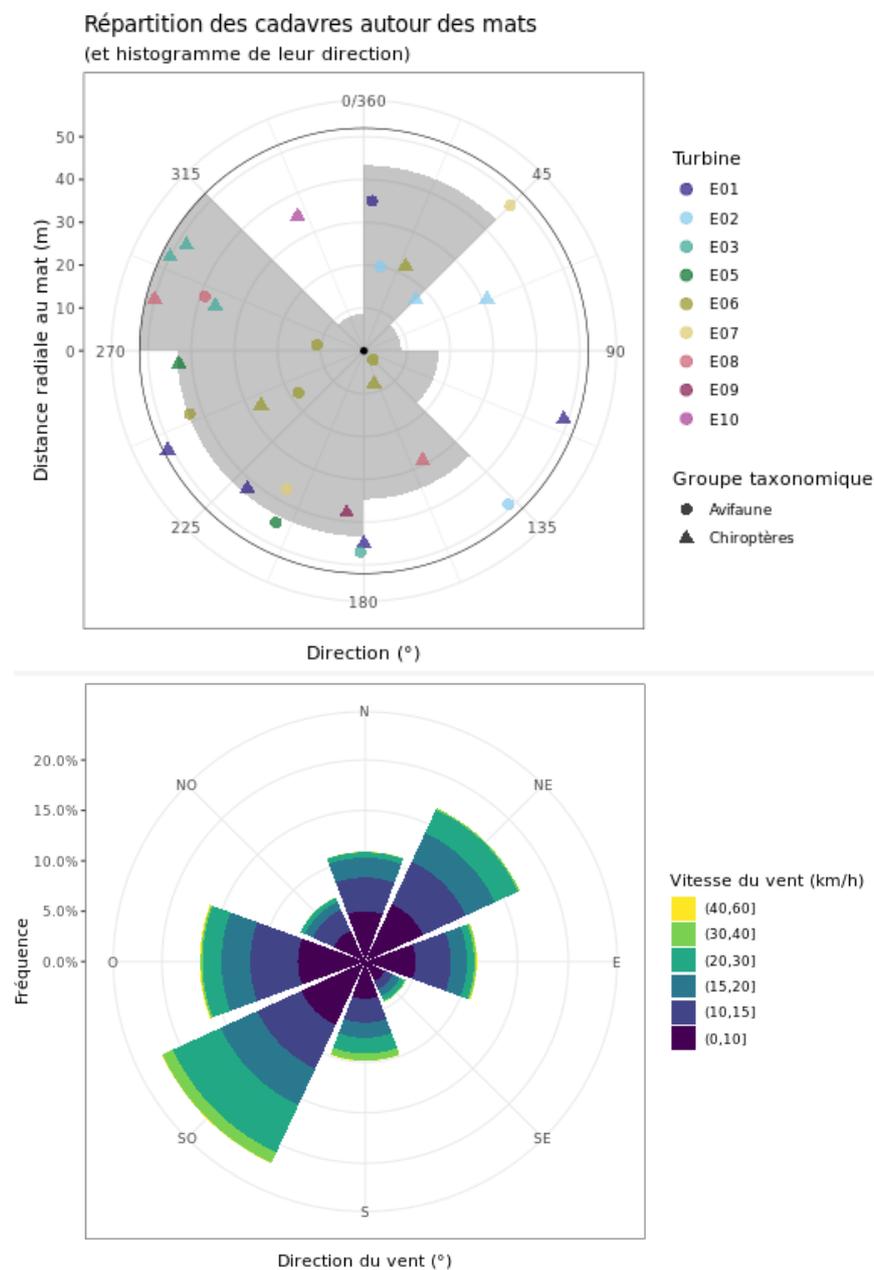


Figure 27 : En haut : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation

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.

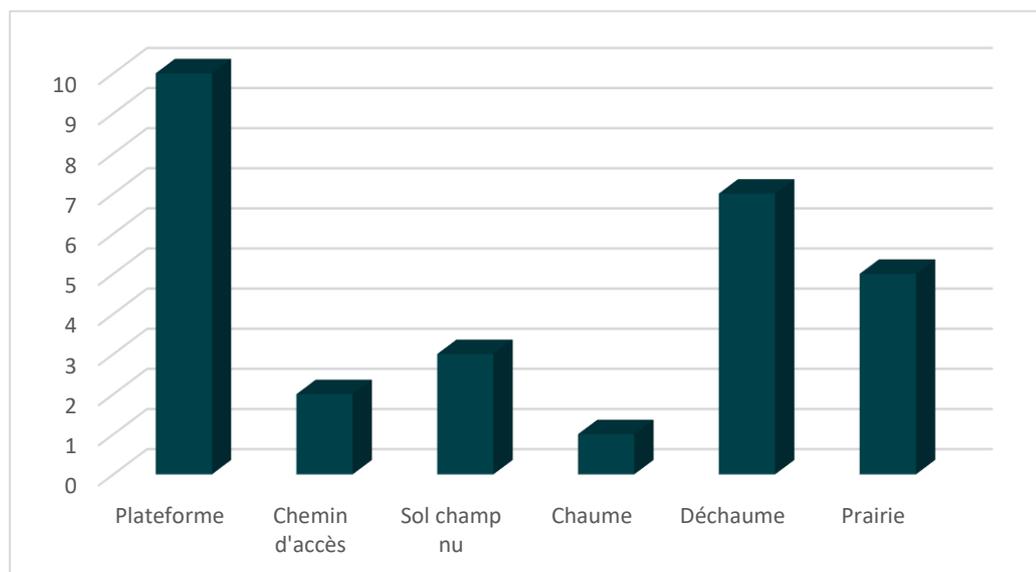


Figure 28 : Répartition des individus trouvés en fonction de l'occupation du sol

### 1.1.4 Description des oiseaux retrouvés

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.

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.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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 5 : 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 6 : 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.

### 1.1.5 Description des chauves-souris retrouvées

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

### 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'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 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.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Une forte mortalité des adultes est donc particulièrement dommageable pour les populations (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

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 8 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 8 : 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)

Liste rouge régionale des mammifères (SHNA, 2015)

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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1.2 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 la mortalité.

#### 1.2.1 Résultats des tests de calcul des coefficients correcteurs

##### Coefficient correcteur de surface (a)

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 9). 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 9 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 24 passages

|                    | 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   | 0,95 | 0,95 | 0,75 | 0,95 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,73 | 1,00 |
| 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 |

##### Coefficient de persistance (s)

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) : « **Surv(perstime, status) ~ DatePose + TurbID + DatePose:TurbID + 1** ». 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).

- 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

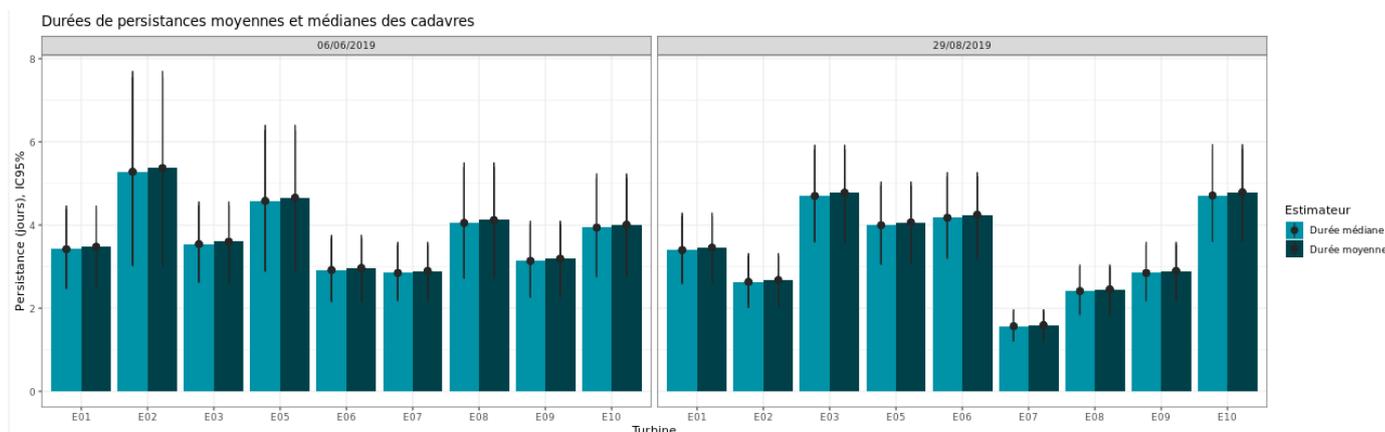


Figure 29 : Durées de persistance moyennes des cadavres et incertitudes (intervalles de confiance à 95%)

Tableau 10 : 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             |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Résultats du test du 06/06/2019</b> |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| 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 ] |
| <b>Résultats du test du 29/08/2019</b> |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| 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.

### Coefficient d'efficacité de recherche (f)

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 11 : 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.

### 1.2.2 Estimation de la mortalité

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**

## 2 Synthèse et analyse des résultats

la méthode d'estimation sélectionnée. De plus, les intervalles de confiance sont de fait plutôt importants (détection globale faible).

L'éoliennes 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 12 : 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 x 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 |

### Estimation de la mortalité des chiroptères

Tableau 13 : 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<br>[ 6 ; 32 ] | 6<br>[ 2 ; 18 ] | 12<br>[ 4 ; 28 ] | 3<br>[ 1 ; 12 ] | 13<br>[ 4 ; 31 ] | 0<br>[ 0 ; 13 ] | 7<br>[ 2 ; 20 ] | 4<br>[ 1 ; 18 ] | 3<br>[ 1 ; 15 ] | 62         |
| Erickson et al. (2000) [IC 95%]          | 14<br>[ 6 ; 31 ] | 6<br>[ 2 ; 17 ] | 11<br>[ 4 ; 27 ] | 2<br>[ 1 ; 11 ] | 12<br>[ 4 ; 30 ] | 0<br>[ 0 ; 13 ] | 7<br>[ 2 ; 20 ] | 4<br>[ 1 ; 18 ] | 3<br>[ 1 ; 15 ] | 59         |
| Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%] | 17<br>[ 7 ; 39 ] | 6<br>[ 2 ; 19 ] | 12<br>[ 4 ; 30 ] | 3<br>[ 1 ; 12 ] | 15<br>[ 5 ; 37 ] | 0<br>[ 0 ; 23 ] | 8<br>[ 2 ; 26 ] | 5<br>[ 1 ; 24 ] | 3<br>[ 1 ; 16 ] | 69         |

- *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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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).

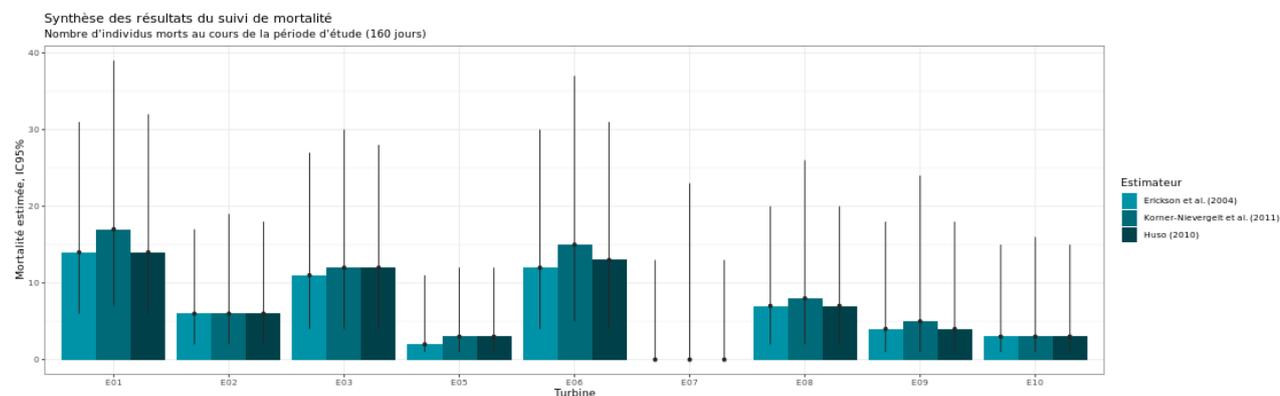


Figure 30 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères sur le parc éolien de Chassepain au cours du suivi de mai à octobre 2019

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### Estimation de la mortalité pour l'avifaune

Tableau 14 : 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<br>[ 1 ; 15 ] | 6<br>[ 2 ; 18 ] | 4<br>[ 1 ; 17 ] | 3<br>[ 1 ; 12 ] | 13<br>[ 4 ; 31 ] | 10<br>[ 2 ; 30 ] | 3<br>[ 1 ; 15 ] | 0<br>[ 0 ; 11 ] | 0<br>[ 0 ; 9 ] | 42         |
| Erickson et al. (2000) [IC 95%]          | 3<br>[ 1 ; 15 ] | 6<br>[ 2 ; 17 ] | 3<br>[ 1 ; 16 ] | 2<br>[ 1 ; 11 ] | 12<br>[ 4 ; 30 ] | 10<br>[ 2 ; 29 ] | 3<br>[ 1 ; 15 ] | 0<br>[ 0 ; 11 ] | 0<br>[ 0 ; 9 ] | 39         |
| Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%] | 4<br>[ 1 ; 19 ] | 6<br>[ 2 ; 19 ] | 4<br>[ 1 ; 18 ] | 3<br>[ 1 ; 12 ] | 15<br>[ 5 ; 37 ] | 16<br>[ 3 ; 49 ] | 4<br>[ 1 ; 19 ] | 0<br>[ 0 ; 15 ] | 0<br>[ 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 découvertes en juillet, 1 découverte en août, 2 découvertes en septembre, 1 découverte en octobre).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

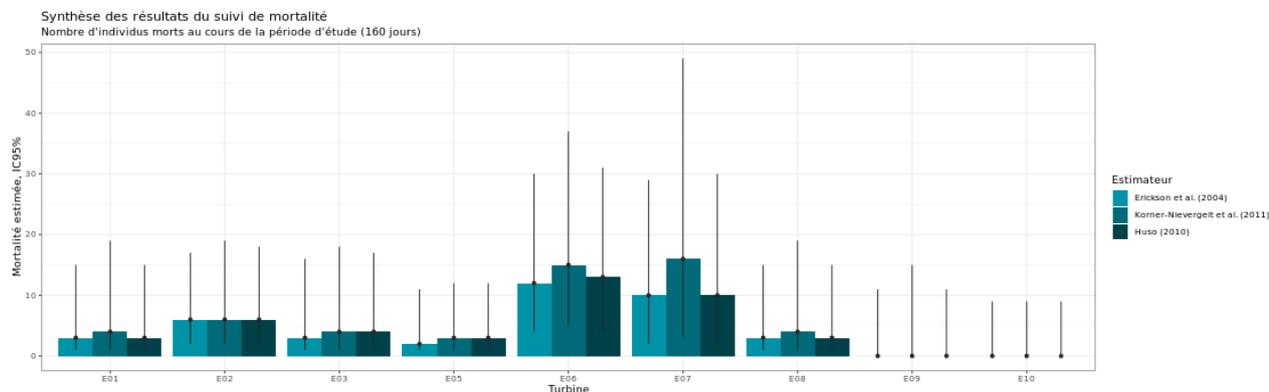


Figure 31 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Chassepain au cours du suivi de mai à octobre 2019

### 1.2.3 Synthèse du suivi de mortalité

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 selon de 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).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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 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.

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 élevée. 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.

---

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 2 Facteurs d'impact et mesures correctives

#### 2.1 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.

Tableau 15 : 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   |
|------------------------|---|----------------------------|---|
| <b>Oiseaux</b>         |   |                            |   |
| 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, ...).<br>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 fenêtres | 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, ...).<br>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, ...).<br>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                          | 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, ...).<br>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 de migration, période de nidification, ...).<br>Le suivi de mortalité confirme la présence de cette espèce au niveau du site et le risque 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   |
|---------------------------|--|----------------------------|---|
|                           |  |                            | important (5e espèce la plus touchée en France par l'éolien).   |
| Martinet noir             | 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, ...).<br>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                          | 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, ...).<br>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).  |
| <b>Chiroptères</b>        |  |                            |   |
| Pipistrelle commune       | Impact potentiel fort<br>Risque moyennement important de collision | 7                          | 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).<br>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<br>Risque important de collision             | 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).<br>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 de Nathusius  | Impact potentiel fort<br>Risque important de collision             | 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).<br>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  |

## 2 Synthèse et analyse des résultats

| Espèces                    | Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial        | Nombre de cas de mortalité | Analyse comparative  |
|----------------------------|--|----------------------------|--|
|                            |  |                            | espèce en période et un risque important de collision.   |
| Pipistrelle pygmée         | Impact potentiel fort<br>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                          | 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<br>Risque important de collision           | 2                          | 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<br>Risque important de collision           | 2                          | 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 de 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.

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 permettra 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

### 2.2 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.

#### 2.2.1 Comparaison de la phénologie entre suivis mortalité et acoustique

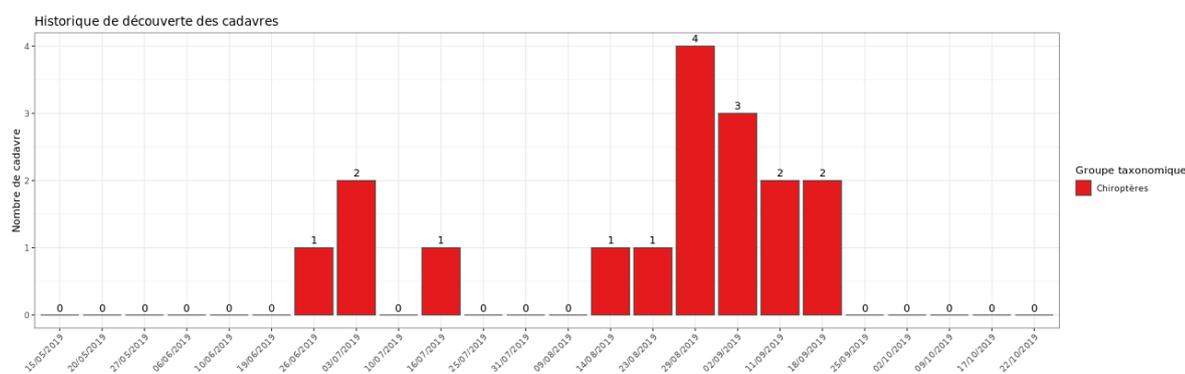


Figure 32 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc de Chassepain

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.

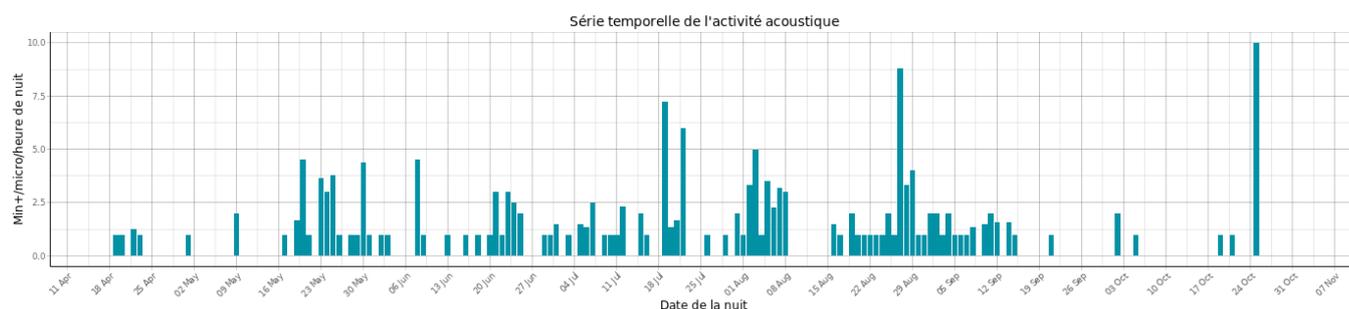


Figure 33 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de l'éolienne E02.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

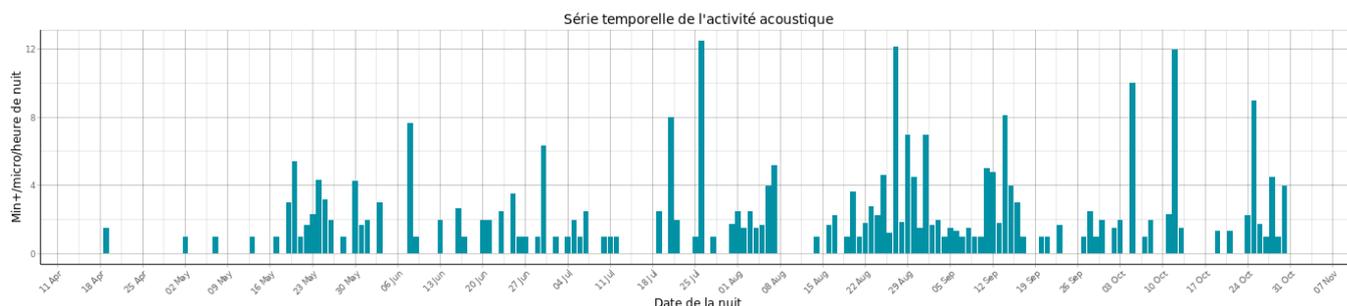


Figure 34 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, au niveau de l'éolienne E06.

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 montre 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.

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

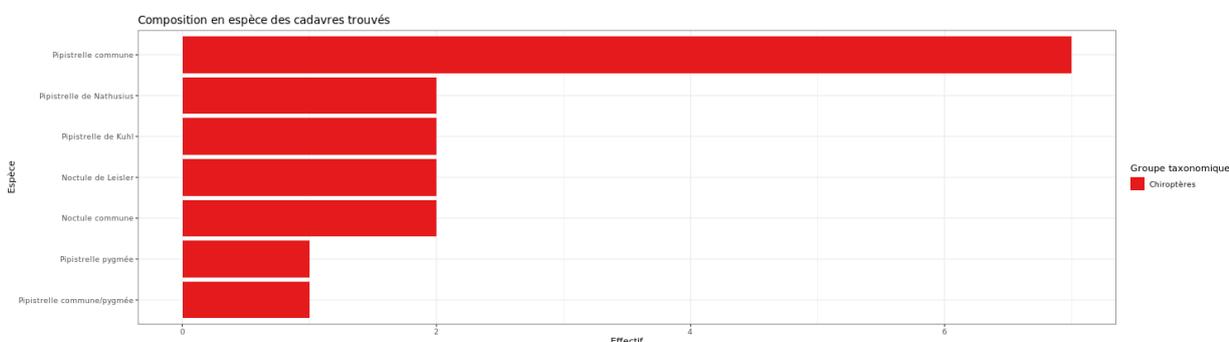


Figure 35 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien Chassepain.

## 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).

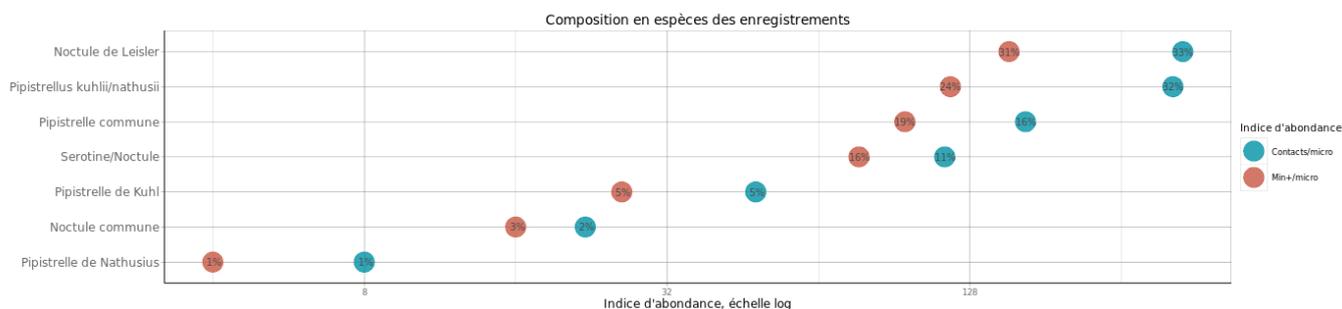


Figure 36 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E02 (n = 1 020 contacts de 5 sec. et 488 min. pos.)

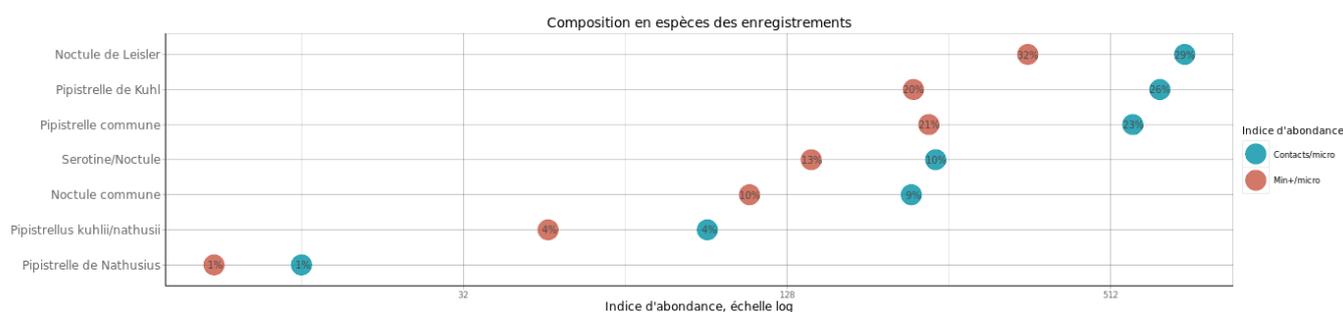


Figure 37 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E8 (n = 2 465 contacts de 5 sec. et 1 122 min. pos.)

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.

### 2.2.3 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.

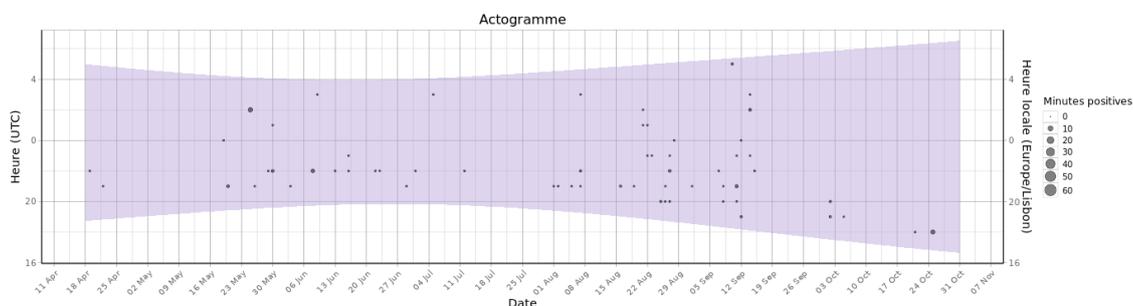


Figure 38 : Eolienne E02 - Actogramme de la Pipistrelle commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

## 2 Synthèse et analyse des résultats

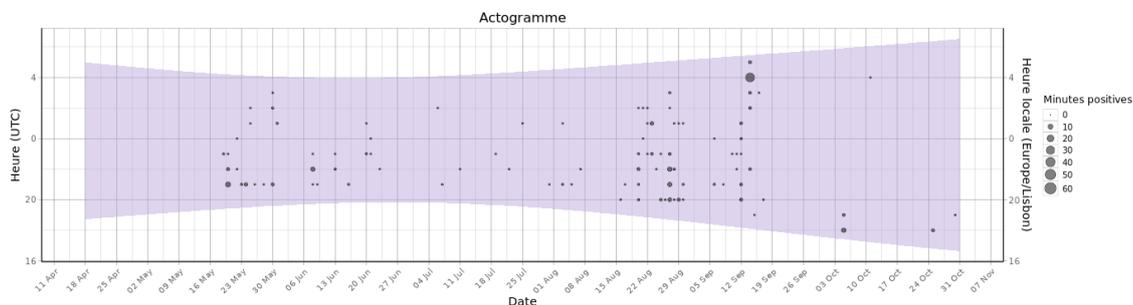


Figure 39 : Eolienne E06 - Actogramme de la Pipistrelle commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux 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.

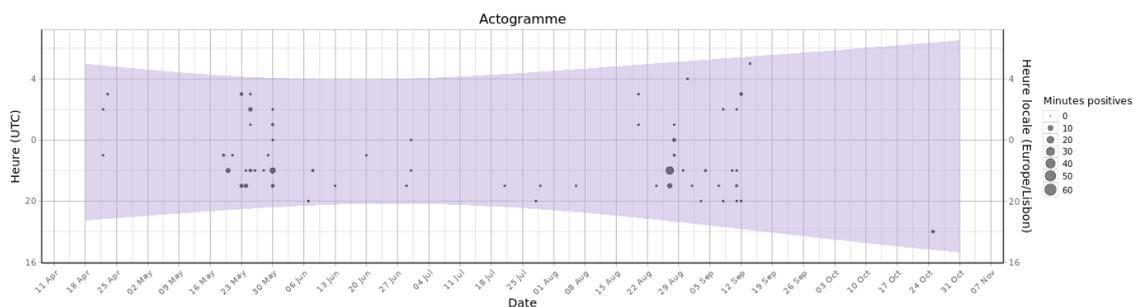


Figure 40 : Eolienne E02 - Actogramme du groupe de Pipistrelle (Sauf Pipistrelle commune) sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

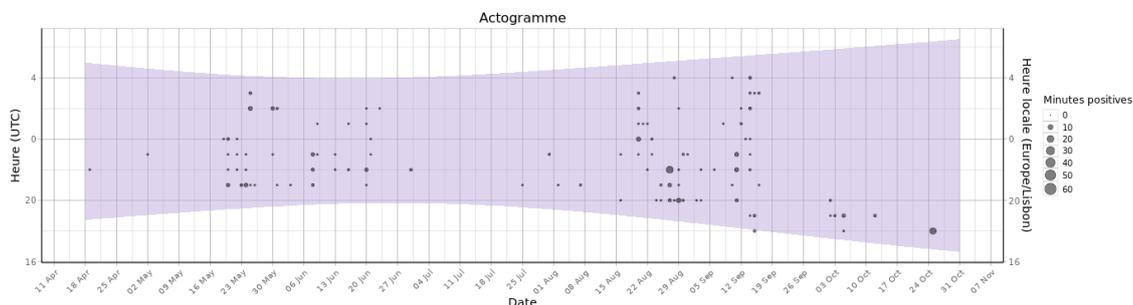


Figure 41 : Eolienne E06 - Actogramme du groupe de Pipistrelle (Sauf Pipistrelle commune) sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (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.

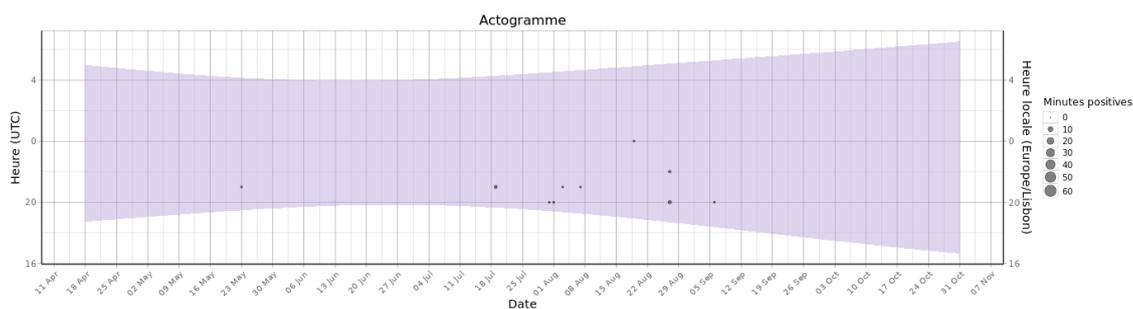


Figure 42 : Eolienne E02 - Actogramme de la Noctule commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

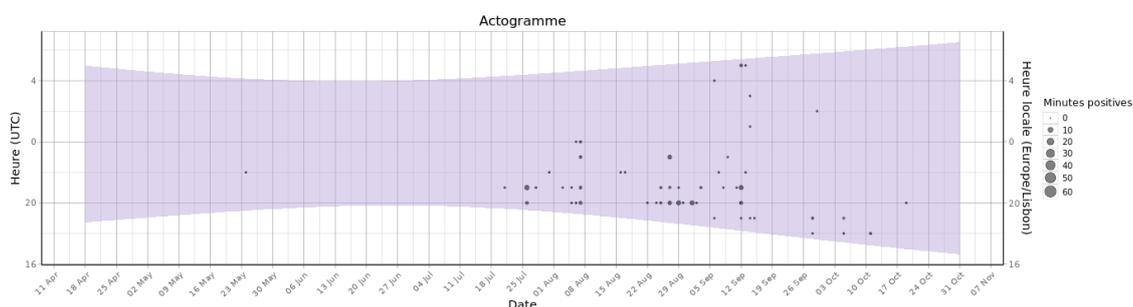


Figure 43 : Eolienne E06 - Actogramme de la Noctule commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits 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

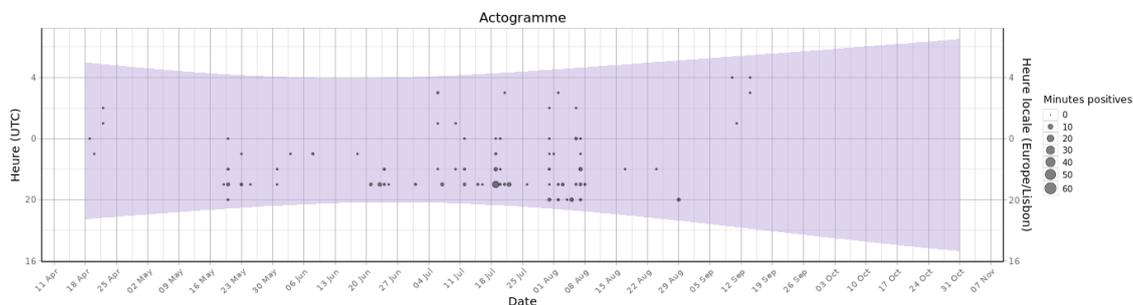


Figure 44 : Eolienne E02 - Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

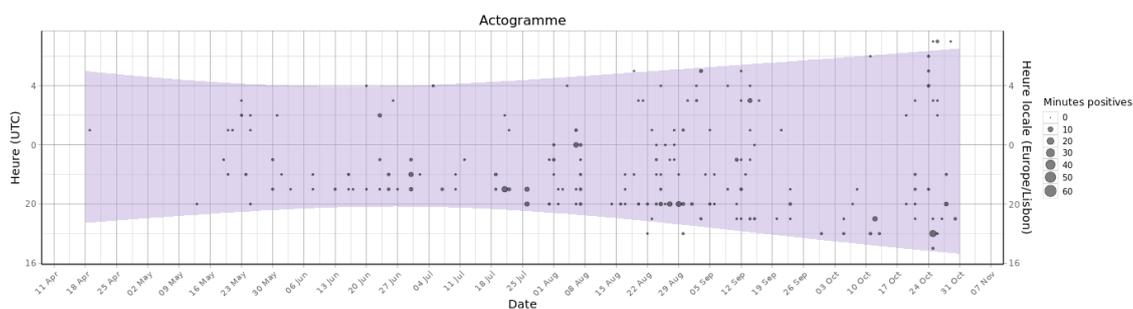


Figure 45 : Eolienne E06 - Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

Le bilan de la phénologie des découvertes de cadavres est présenté dans le tableau ci-dessous (Tableau 16)

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 16 : 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             |
| <b>Total général</b>       | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>17</b>     |

### 2.2.4 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.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

**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.

## 3 Résultats du suivi spécifique « Grue cendrée » en migration

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.

### 3.1 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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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.

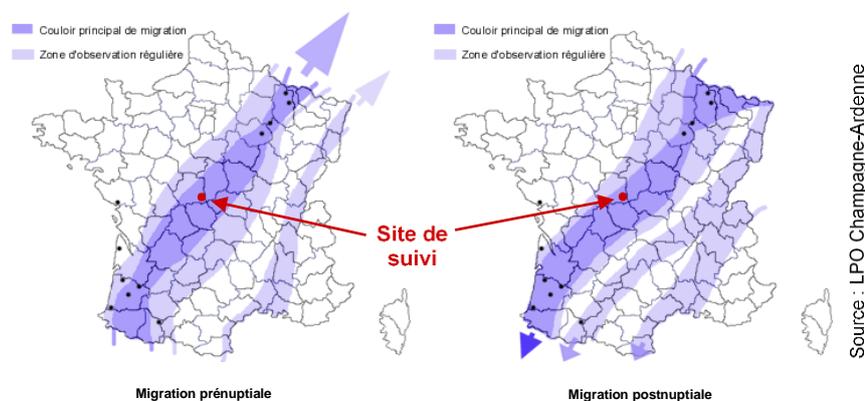
Plus à l'est de l'Europe, d'autres voies migratoires existent. L'une d'entre elle mène les grues de la Finlande à la Tunisie et à l'Algérie en passant par la grande plaine hongroise (Hortobagy). »

### 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<sup>er</sup> 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.

### 3.2 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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

d'hivernage et du faible nombre de rapports de suivis de mortalité disponibles (Gaultier et al., 2019).

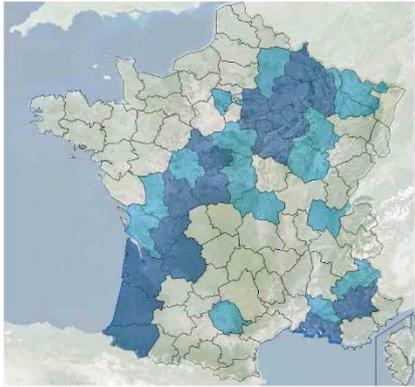
En revanche, les Grues cendrées peuvent être considérées comme sensibles à l'effarouchement dans le sens où elles ont tendance à contourner les parcs (le plus souvent bien en amont et sans montrer de réaction vive).

### 3.3 Résultats du suivi en 2019

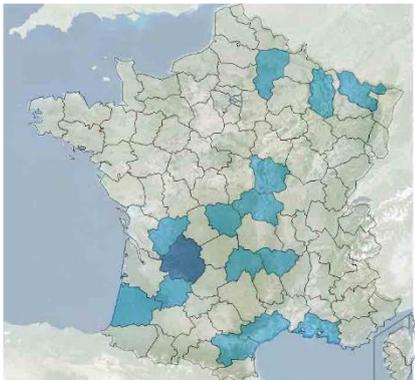
#### 3.3.1 Observations en migration prénuptiale

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

| Date de passage | Observations au niveau du parc de Chassepain | Observation en France<br>(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>■ Département ayant enregistré plus de 10 observations<br/>■ Département ayant enregistré moins de 10 observations</p> <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>■ Département ayant enregistré plus de 10 observations<br/>■ 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

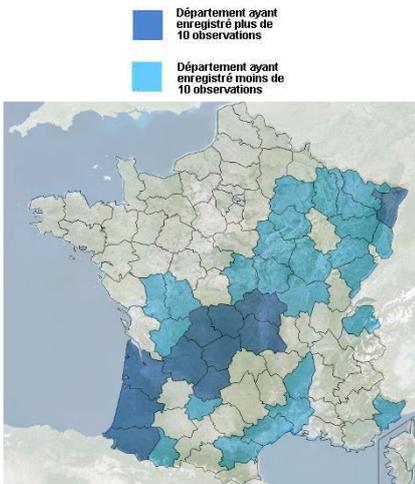
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  <p>« La migration est comme la veille faible et dispersée. »</p> |  |
|--|--|--|--|

### 3.3.2 Observations en migration postnuptiale

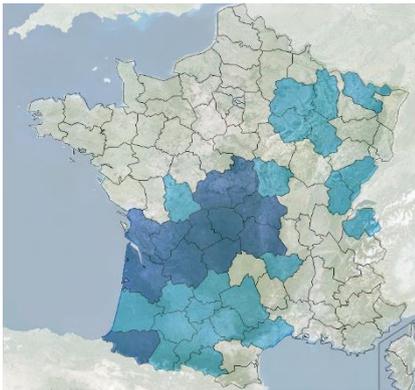
À l'issue des prospections réalisées en période de migration postnuptiale, de nombreux groupes de grues en migration active ont été observés notamment lors de la seconde journée de suivi. Les mauvaises conditions météorologiques de la fin octobre début novembre sur la France ont entraîné un arrêt de 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 18 : Synthèse des observations réalisées au niveau du parc éolien de Chassepain lors de la migration des Grues cendrées en période de migration postnuptiale

| Date de passage | Observations au niveau du parc de Chassepain       | Observation en France<br>(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</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> |

## 2 Synthèse et analyse des résultats

| Date de passage | Observations au niveau du parc de Chassepain          | Observation en France<br>(d'après le site internet dédié à la Grue cendrée de la LPO Champagne-Ardenne)  | Remarques   |
|-----------------|---|--|---|
|                 |   | 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). »   |   |
| 09/11/2019      | 45 groupes observés pour un total de 2 568 grues vues | <p>■ Département ayant enregistré plus de 10 observations<br/>■ Département ayant enregistré moins de 10 observations</p>  <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> | <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

### 3.3.3 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.

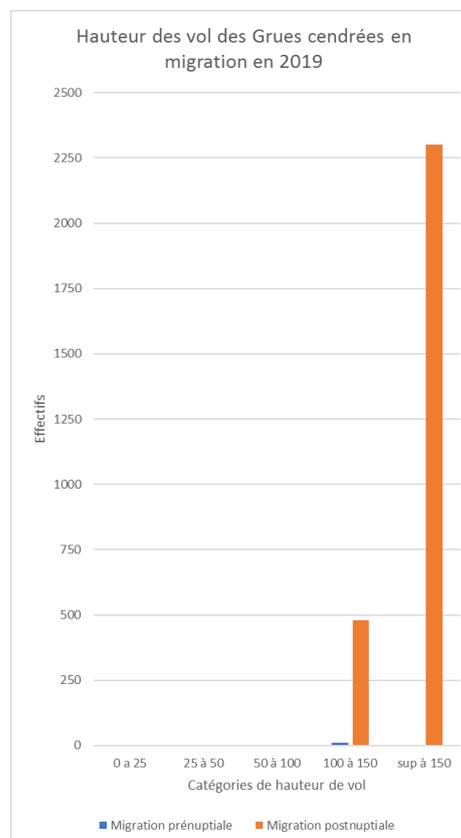


Figure 46 : Hauteur de vol des Grues cendrées en migration en 2019 sur ou aux abords du parc éolien de Chassepain

### 3.3.4 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.

### 3.3.5 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.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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

---

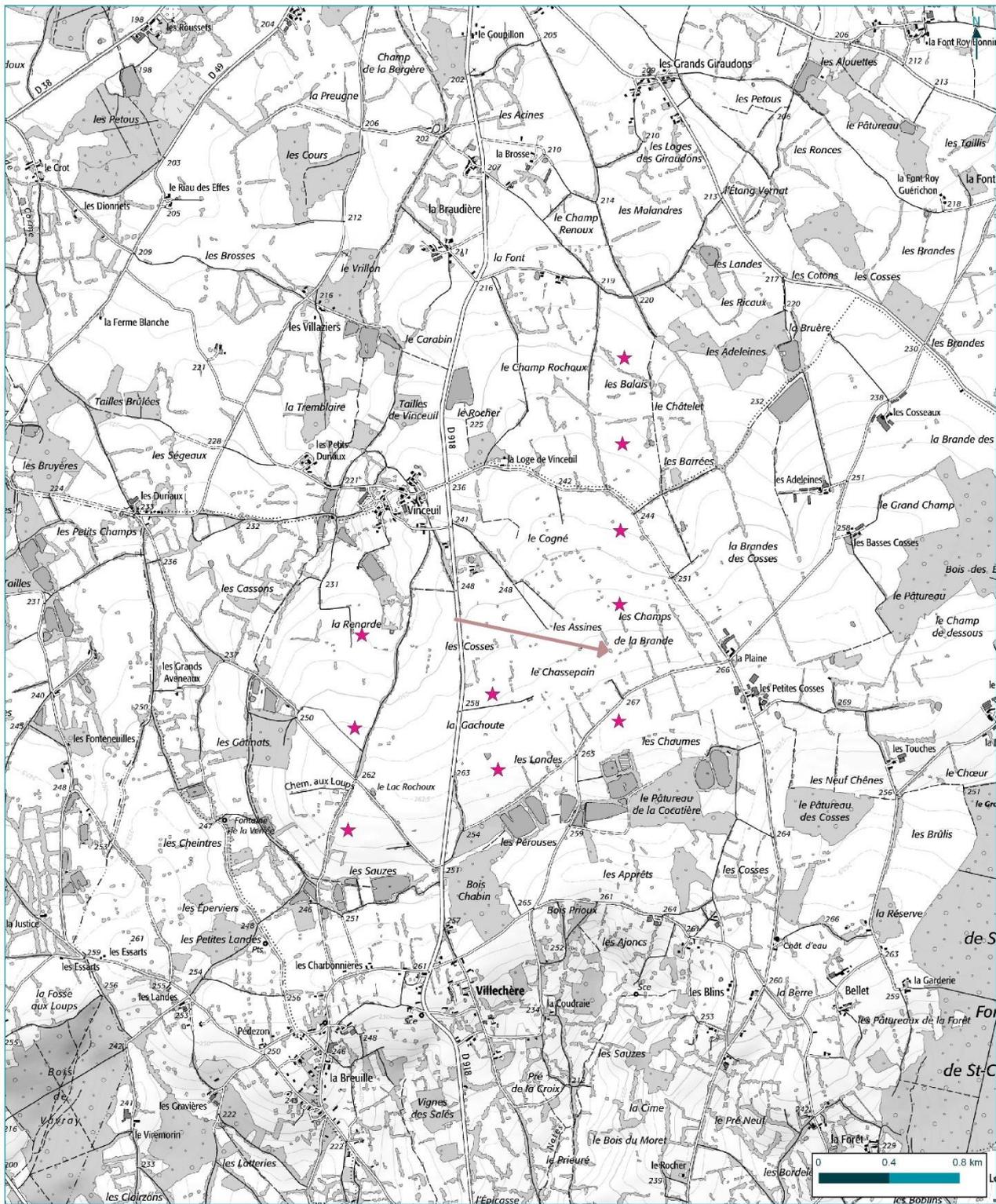
D'après la bibliographie, Plus de 300 000 grues traversent la France deux fois par an mais aucun cadavre de cette espèce n'a été répertorié à ce jour en France (Marx, 2017) alors que les collisions avec les lignes électriques ou la circulation routière existent. De même, seuls 25 cadavres ont été recensés 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

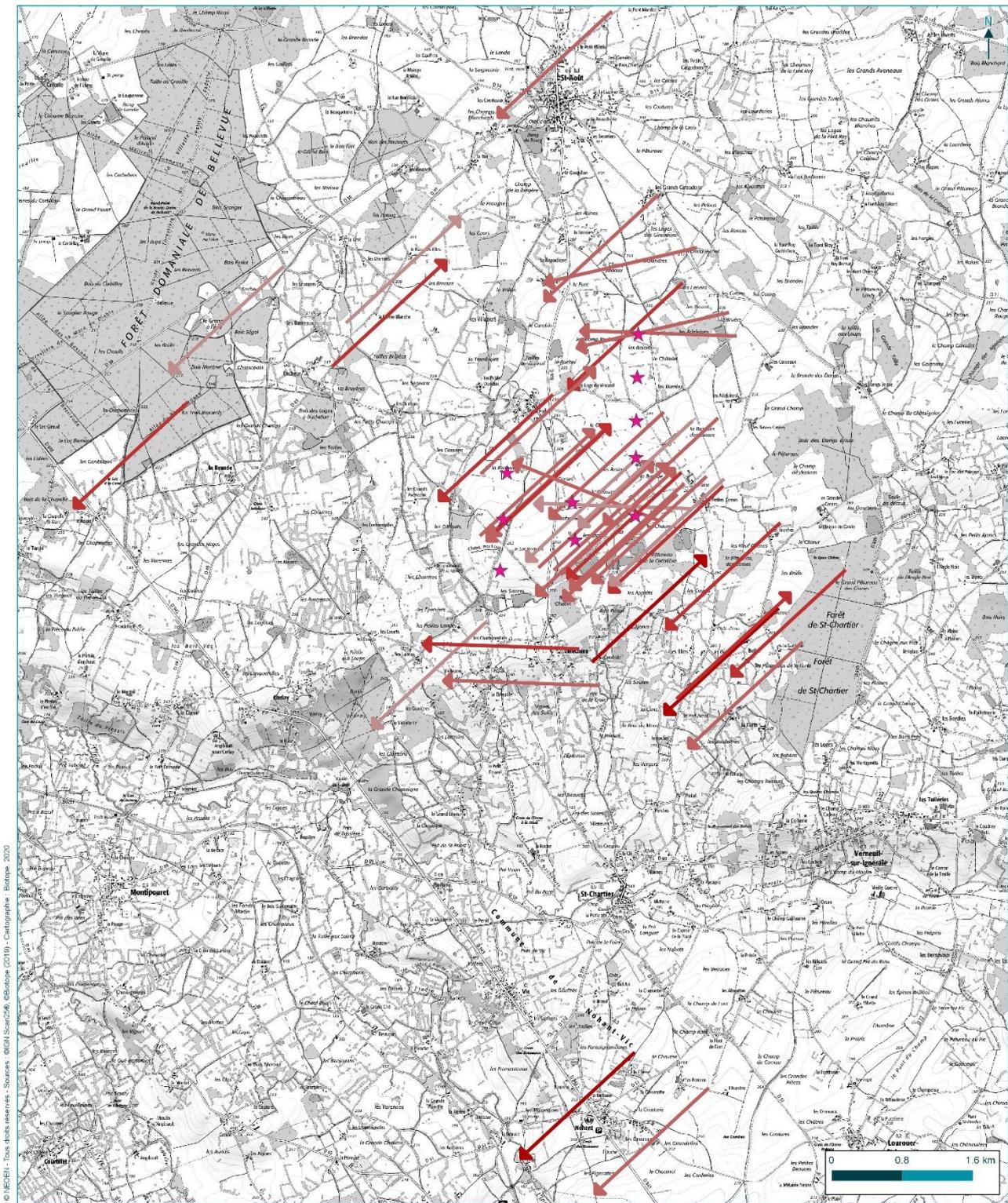
▬ 1 à 10 individus



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



Suivi environnemental post-implantation (1er année - 2019)



© NEOEN - Tous droits réservés - Sources : ©IGN Scaer36, ©Biotope (2019) - Cartographie : Biotope 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



Suivi environnemental post-implantation (1er année - 2019)

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 4 Mesures correctives et conseil

Ce rapport constituant l'analyse de la première année 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.

---

Une deuxième année de suivi mortalité est mise en place en 2020 pour comparer les données avec 2019 et être conforme à l'arrêté du parc.

---

#### 4.1.1 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, nous préconisons de renouveler le suivi de mortalité au moins sur les 4 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 deux années de suivi mortalités 2019 et 2020 permettront d'évaluer la nécessité de modifier le bridage du parc à partir de l'année 2021.

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<sup>er</sup> 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., KERNS 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. (2009). 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.
- DULAC. P. 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan des 5 années de suivi. LPO Vendée, ADEME Pays de Loire, Région Pays de Loire, Nantes – La Roche-sur-Yon - 106 p.
- DÜRR T., 2015. Bat and bird fatalities at windturbines in Europe. <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de> Actualisé le 18 mai 2018.
- 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.
- HUSO, M. 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses – Environmetrics, DOI: 10.1002/env.1052. 19 p.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe: A review of literature and analysis of banding data. Naturschutz und Biologische Vielfalt No. 28: 1-172.
- JONES G., 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. Scoping and method development report. 158 p.
- KORNER-NIEVERGELT, Fränzi, KORNER-NIEVERGELT, Pius, BEHR, Oliver, 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.
- Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE), 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre, Novembre 2015, 40p.
- TRAN, M. & Roux, D. 2012. Evaluation de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères et suivi du comportement de l'avifaune du parc éolien de Bollène (Vaucluse). Bilan de 3 années de suivi. Rapport ONCFS, nov. 2012. 77 p.
- WINKELMAN J.E., 1984. - Bird impact by middle-sized wind turbines - on flight behaviour, victims, and disturbance (Dutch, English summary). RIN-report 84/7, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- WINKELMAN J.E., 1985a. - Bird impact by middle-sized wind turbines - on flight behaviour, victims, and disturbance (Dutch, English summary). Limosa 58: 117-121.
- WINKELMAN J.E., 1985b. Impact of medium-sized wind turbines on birds: a survey on flight behaviour, victims, and disturbance. Neth. J. Agric. Sci. 33: 75-78.

#### Site internet

- DURR, 2020 : <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

A

## Annexes

**A** Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

## Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

Tableau 19 : 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                     |
| 23/08/2019       | E08      | <i>Pipistrellus pipistrellus</i>            | Pipistrelle commune        | Frais | Indéterminé | Mâle        | Barotraumatisme           | 49,52                     |

## A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

|            |     |                                  |                           |                  |             |             |                     |       |
|------------|-----|----------------------------------|---------------------------|------------------|-------------|-------------|---------------------|-------|
| 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 |



**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](http://www.biotope.fr)