



BORALEX  
**BORALEX**

## Parc éolien Les Clérimois

Commune des Clérimois (89)  
28 février 2024

**Suivi de mortalité de  
l'avifaune et des  
chiroptères**

  
biotopé

## Information sur le document

Citation recommandée	Biotope, 2024 - Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères - Parc éolien Les Clérimois - Commune des Clérimois (89) - BORALEX - 91 p.		
Nom de fichier	Boralex_Suivi_Morta_Les-Clerimois_2023		
N° de contrat	2023014-7		
Date de démarrage de la mission	01/02/2023		
Maître d'ouvrage	Boralex S.A.S. 71 rue Jean Jaures 62575 Blendecques France		
Interlocuteur	Gersende DANGOISSE	Contact : <a href="mailto:gersende.dangoisse@boralex.com">gersende.dangoisse@boralex.com</a> +33 (0)6 07 63 85 85	
Biotope, Responsable du projet	Lucas BAUDEQUIN (LBA) <i>Chargé d'études Faune - Entomologiste</i>	Contact : <a href="mailto:lbaudequin@biotope.fr">lbaudequin@biotope.fr</a> +33 (0)7 48 83 98 17	
Biotope, Contrôleur qualité	Nicolas MEYER (NME) Chef de Projets	Contact : <a href="mailto:nmeyer@biotope.fr">nmeyer@biotope.fr</a> +33 (0)7 62 01 07 20	
Version 1	Rédacteur : LBA - 27/02/2024	Contrôle qualité : NME - 07/03/2024	Description des modifications apportées au document : <ul style="list-style-type: none"> <li>● Création du document.</li> </ul>

Biotope est signataire de la « [Charte d'Engagement des Bureaux d'Études dans le domaine de l'évaluation environnementale](#) ».

*Sauf mention contraire explicite, toutes les photos du rapport ont été prises sur site par le personnel de Biotope dans le cadre des prospections de terrain.*

# Avant-propos

Le Parc éolien Les Clérimois, a été mis en service en mars 2011.

La société Boralex a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité de ce parc éolien en 2023, ainsi que pour la réalisation d'une étude de l'activité des chiroptères en nacelle, conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018). Ce même parc a été suivi en 2022 par le bureau d'étude Auddicé. Par suite de ce premier suivi en altitude un bridage chiroptérologique a été mis en place.

---

Le présent document contient les résultats des suivis réalisés en 2023 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 Les Clérimois.

Au regard des éléments fournis (volet faune de l'étude d'impact, études post-implantation antérieures) 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 », fixant les modalités à suivre, notamment pour la réalisation d'un suivi de mortalité, a été mis en œuvre.

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 de mortalité. Ainsi, le protocole réalisé dans le cadre de cette étude et le rapport qui en découle tiennent compte des évolutions du protocole national.

---

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Contexte de l'étude et aspects méthodologiques</b>	<b>5</b>
1.1	<b>Contexte – présentation du parc et données historiques</b>	<b>5</b>
1.1.1	Présentation du parc	5
1.1.2	Rappel des enjeux de l'étude d'impact	7
1.1.3	Rappel des suivis post-implantation de 2013-2014	10
1.1.4	Rappel du suivi post-implantation de 2022	12
1.2	<b>Méthodologie appliquée</b>	<b>17</b>
1.2.1	Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	17
1.2.2	Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées	17
1.2.3	Conditions de réalisation du suivi de mortalité	21
1.2.1	Équipe de travail	24
<b>2</b>	<b>Synthèse et analyse des résultats</b>	<b>26</b>
2.1	<b>Résultats du suivi de mortalité</b>	<b>26</b>
2.1.1	Résultats bruts	26
2.1.2	Analyse des résultats	37
2.1.3	Synthèse du suivi de mortalité	46
2.2	<b>Facteurs d'impact et mesures correctives</b>	<b>48</b>
2.2.1	Analyse croisée avec l'étude d'impact	48
2.2.1	Analyse croisée avec les suivis post-implantation de 2013/2014 et 2022	51
2.2.2	Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle de chiroptères	56
2.2.3	Autres facteurs d'impact	62
2.3	<b>Mesures correctives</b>	<b>62</b>
<b>3</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>66</b>
<b>4</b>	<b>Annexes</b>	<b>69</b>
	Annexe I : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.	69
	Annexe II : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité	70
	Annexe III : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale	71
	Annexe IV : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques	72
	Annexe V : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%	74
	Annexe VI : Déclaration mortalité – Fiches d'incidents	75
<b>5</b>	<b>Index des tableaux, cartes et figures</b>	<b>87</b>

# 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

---

## 1.1 Contexte – présentation du parc et données historiques

### 1.1.1 Présentation du parc

Le Parc éolien Les Clérimois se situe dans le département de l'Yonne (89), en région Bourgogne-Franche-Comté. Il a été mis en service en mars 2011 et comprend quatre éoliennes Repower Servion MM92/2050.

Leurs caractéristiques sont : une hauteur de 124,8 mètres en bout de pale, une nacelle à 78,5 mètres de haut et un rotor d'un diamètre de 92,5 mètres. Ces éoliennes présentent une garde au sol de 32,3 mètres.

Le Parc éolien Les Clérimois se situe dans un contexte de grandes cultures avec la présence de bosquets et de forêts à proximité.



Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du Parc éolien Les Clérimois (de devant à derrière, éolienne E01, E02, E03 et E04), le 22 août 2023

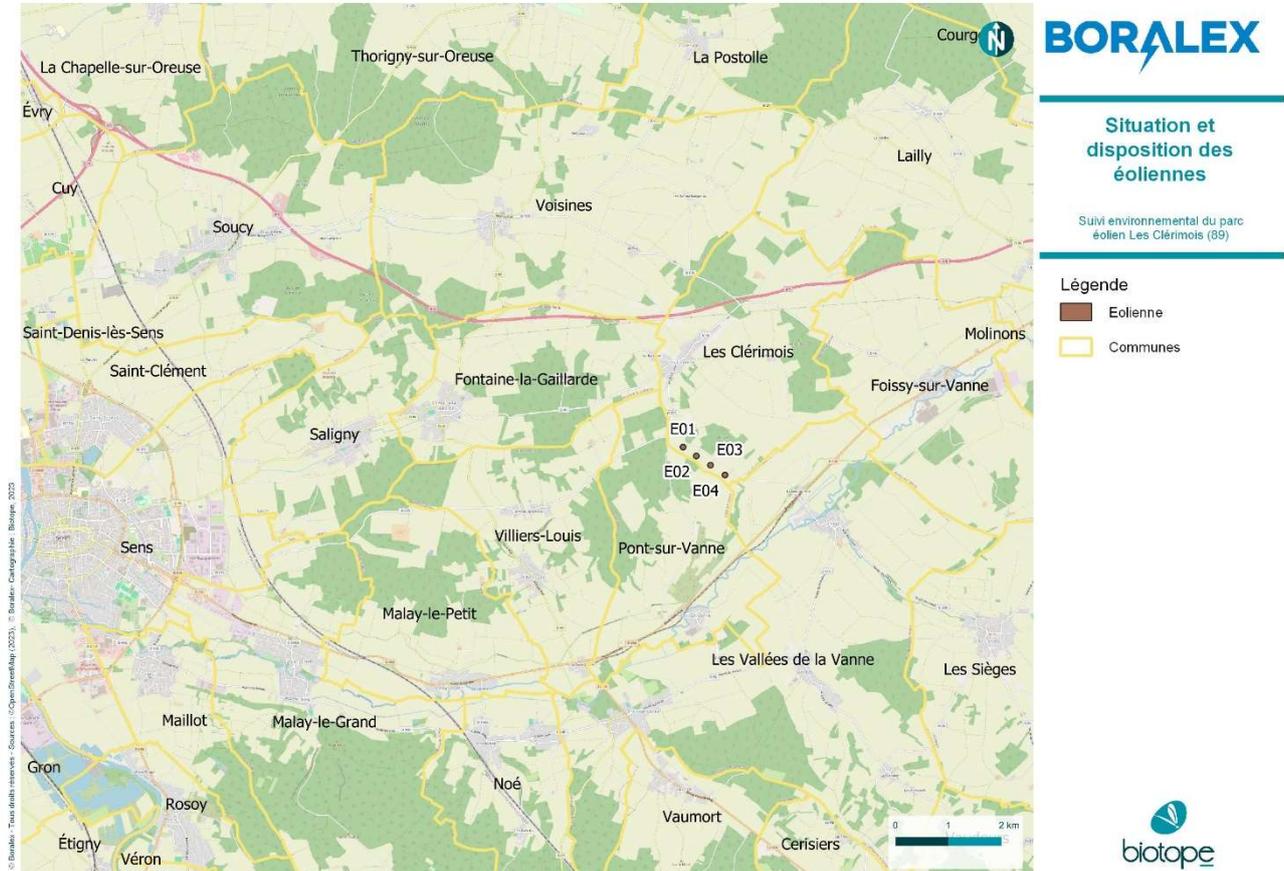


Figure 2 : Situation et disposition des éoliennes du Parc éolien Les Clérimois (de gauche à droite, E01, E02, E03 et E04)

## 1.1.2 Rappel des enjeux de l'étude d'impact

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

L'aire d'étude initiale est située au Sud du bourg des Clérimois. Elle s'étend sur environ 1000 m de long, selon un axe d'orientation Nord-Ouest/Sud-Est.

#### 1.1.2.1.1. Méthodologie relative à l'avifaune

##### Période de reproduction :

Un suivi printanier a été réalisé pour recenser les espèces nicheuses à l'aide de la méthode standardisée des IPA (Indice Ponctuel d'Abondance), mise en place au cours de deux visites de 20 minutes, l'une au début et l'autre en fin de période de reproduction. Deux points IPA ont été utilisés pour cette étude.

### **Période de migration :**

Six journées d'observation ont été réalisées entre septembre et décembre 2005 pour caractériser les flux migratoires postnuptiaux au-dessus du site d'étude. Les observations ont été réalisées à partir de deux points fixes. Le suivi pré-nuptial s'est déroulé de la même façon avec un nombre réduit de passages du fait d'enjeux pressentis plus faibles qu'en période postnuptiale.

### **Période hivernale :**

Aucun suivi des oiseaux hivernants n'a été réalisé au vu du contexte agricole dans lequel s'insère le projet, supposé peu favorable à l'hivernage de l'avifaune.

#### 1.1.2.1.2. Méthodologie relative aux chiroptères

Pour l'étude des chauves-souris, un pré-diagnostic a été réalisé par la société d'histoire naturelle d'Autun. Un diagnostic a ensuite été réalisé par le conservatoire des sites naturels bourguignons.

La planification de collecte de données suivante est retranscrite dans le diagnostic :

- « *Prospection des gîtes dans les bâtiments et autres constructions, en cavités et le cas échéant en forêt,*
- *Inventaire au détecteur d'ultrasons pour la migration de printemps (avril),*
- *Inventaire au détecteur d'ultrasons en juin - juillet, pour déterminer les espèces résidentes fréquentant le site prévu pour l'implantation,*
- *Inventaire au détecteur d'ultrasons pour le transit automnal, entre août et octobre,*
- *Analyse des ultrasons enregistrés,*
- *Cartographie des résultats,*
- *Rédaction du rapport, avec l'analyse des incidences éventuelles ainsi que les mesures d'accompagnement ou de réduction des impacts correspondantes. »*

Le protocole suivant est reporté dans l'étude d'impact :

*« La méthode mise en place a été de réaliser des inventaires sur le terrain à l'aide d'un détecteur à ultrasons. [...] Les séances d'écoute débutent dès le crépuscule et se déroulent le long d'un parcours défini (transects à pied) ou bien à l'aide de points d'écoute d'une durée d'environ 10 minutes. [...] Cette méthode permet notamment d'établir un Indice Kilométrique d'Abondance (IKA) qui représente le nombre de contacts par kilomètre pour chaque transect. Ce travail renseignera donc quant à la potentialité des milieux présents à offrir des secteurs de chasse plus ou moins attrayants pour les chiroptères. »*

Ainsi, aucune écoute passive ni aucune écoute en altitude n'a été conduite pour la réalisation de l'état initial de l'étude d'impact de 2007.

#### **1.1.2.2 Intérêts du site et de ses abords pour les oiseaux, définis par l'étude d'impact**

Concernant les enjeux relatifs à l'avifaune, l'étude d'impact est reprise ci-dessous.

*« Lors de l'ensemble des phases de terrain, 70 espèces d'oiseaux ont pu être recensées sur le secteur. En ce qui concerne les migrations, la majeure partie des oiseaux inventoriés sont des passereaux, les planeurs et autres rapaces sont peu nombreux. Le flux de migration orienté Nord-Est, Sud-Ouest est relativement diffus, avec toutefois un passage préférentiel au niveau des vallons se situant dans le prolongement du verger et des hauteurs de vols majoritairement en dessous des éoliennes pouvant être présentes. Les sensibilités avifaunistiques concernant les espèces présentes en période de migration sont de faible à moyenne, avec une sensibilité plutôt moyenne pour les migrations postnuptiales. »*

Environ 2000 individus, majoritairement des passereaux (Alouette des champs et le Pinson des arbres, la Grive litorne et le Pigeon ramier), appartenant à 20 espèces différentes ont tout de même été recensées en période postnuptiale. Les grands voiliers semblent alors peu fréquenter le site (1 Busard Saint-Martin). En période pré-nuptiale, ce sont environ 1500 individus de 21 espèces qui ont été recensés avec davantage de planeurs comme les Grues cendrées (600 individus dont ¼ à moins de 200 m d'altitude) ou encore les Milans noirs et royaux. Les Alouettes des champs, Grives litorne et Pigeons ramiers constituent encore la plus grande part des effectifs recensés à cette période.

Le flux principal au niveau de l'aire d'étude du projet passe par la Ferme de Bellevue, proche de l'éolienne E4, à l'Est du parc éolien. Un passage secondaire semble plus proche de E01, à l'Ouest de l'implantation. La carte ci-dessous a été produite dans l'annexe de l'étude d'impact dédiée à l'avifaune, elle permet d'observer les flux migratoires principaux. La migration reste qualifiée de diffuse au niveau du site d'étude, dans l'étude d'impact.

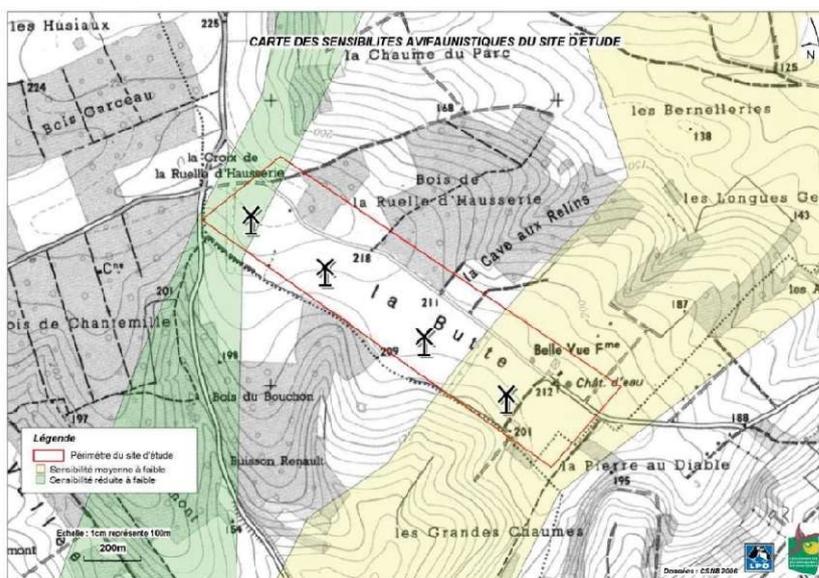


Figure 3 : Carte des sensibilités de l'avifaune en période de reproduction (Sources : LPO, Conservatoire des Sites Naturels Bourguignons, 2007)

« Concernant les oiseaux en période hivernale et en période de reproduction, au regard des caractéristiques des populations présentes, la sensibilité avienne durant ces deux périodes paraît faible à réduite. »

Il est possible d'ajouter que deux cortèges principaux sont observables en période de nidification sur le site d'implantation du projet et ses abords : le cortège des milieux ouverts agricoles (ex. Alouette des champs, Bruant proyer ou encore Busard Saint-Martin) et le cortège des milieux semi-ouverts à boisés (ex. Tourterelle des bois et Sittelle torchepot).

« En termes de qualité [sic], sur les 70 espèces recensées :

- 8 espèces de l'Annexe I de la Directive Oiseaux ont été recensées dont la plupart en période de migration (6 sur 8), et 4 espèces durant la période de reproduction (le Busard Saint Martin, le Busard cendré, le Milan noir et l'Alouette lulu) ;
- 75% des espèces recensées sont protégées au niveau national ;
- 11 espèces sont dites déterminantes en région Bourgogne et présentes dans les inventaires sur le secteur des Clérimois. Seules six espèces de par leur statut sur le site sont remarquables au niveau régional ;

- 12 espèces, observées en période de migration, sont des migrateurs rares à peu communs dans le département de l'Yonne ;

Les caractéristiques aviennes [sic], du site des Clérimois sont donc peu contraignantes en termes d'implantation d'éolienne. Toutefois, le caractère migratoire des oiseaux, science encore jeune pour le travail sur les éoliennes devra toutefois être pris en considération dans le projet d'implantation. »

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

Concernant les enjeux relatifs aux chiroptères, l'étude d'impact est reprise ci-dessous pour la période de transit :

« Deux espèces ont été recensées au travers des premiers inventaires de terrains concernant la phase de transit et de migration en période automnale (inventaire réalisé le 06/10/06) :

- Pipistrelle commune ;
- Vespertillon de Daubenton

1 couple a pu être recensé, il s'agit du couple Daubenton/Beschtein.

Les contacts ont été principalement réalisés sur des individus en chasse et quelques cas incertains de chasse ou de transit.

Les contacts et les espèces ont été peu nombreux durant ce premier inventaire. »

Concernant la phase de reproduction, le diagnostic est repris ci-dessous pour la période de reproduction :

« C'est donc un total de 2 espèces qui ont été recensées au travers des inventaires de terrain :

- Pipistrelle commune ;
- Murin de Daubenton.

Par ailleurs 3 couples [sic] ont pu être recensés, il s'agit des couples [sic] :

- Murin de Daubenton/Murin de Beschtein ;
- Murin d'Alcathoe / Murin à moustaches / Murin à Oreilles échancrées ;
- Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius. »

En ce qui concerne la synthèse relative aux chiroptères, l'étude d'impact est reprise ci-dessous :

« Pour les chauves-souris, faible fréquentation des terrains retenus pour le projet. »

## 1.1.3 Rappel des suivis post-implantation de 2013-2014

### 1.1.3.1 Suivi de l'activité de l'avifaune en 2013

#### 1.1.3.1.1 Rappel de la méthodologie du suivi

La LPO Yonne a réalisé un suivi post-implantation de l'activité de l'avifaune sur le Parc éolien Les Clérimois en 2013, à la demande de l'exploitant.

Cette étude se base sur l'utilisation des mêmes protocoles que ceux utilisés lors de l'étude d'impact de 2017 avec 2 passages en période de nidification, 4 passages en période pré-nuptiale et 6 en période post-nuptiale. L'objectif principal était alors de comparer les résultats de ce suivi post-implantation avec ceux de l'étude d'impact. Une étude du comportement de l'avifaune vis-à-vis des éoliennes, notamment en migration, a également été conduite.

Une recherche aléatoire de cadavre a été effectuée, sans protocole spécifique et standardisé.

#### 1.1.3.1.1. Résultats principaux

Les principaux résultats de ce suivi de l'activité et du comportement de l'avifaune sur le parc éolien sont retranscrits ci-dessous :

*« En période de reproduction, la comparaison des indices d'abondance entre 2006 (étude d'impact initiale) et 2013 (présente étude) ne semble pas montrer de perturbations notables. Dans l'intervalle, certaines espèces ont disparu tandis que d'autres sont apparues mais dans les deux cas les effectifs sont faibles et par conséquent sujets à des variations naturelles ou biaisés par les probabilités de détection. En période de migration, pré-nuptiale ou post-nuptiale, les effectifs sont de nouveau difficiles à comparer tant la variabilité des mouvements migratoires d'une année sur l'autre (affectés par divers paramètres comme les conditions climatiques) masquent les éventuels effets du parc éolien. Il s'avère donc difficile, uniquement par une comparaison de la richesse et des effectifs, de mesurer les effets d'un parc éolien sur l'avifaune. »*

Concernant l'analyse des comportements de l'avifaune vis-à-vis du parc : *« En période de nidification, les observations laissent apparaître une habitude relative des oiseaux aux éoliennes [...] En période de migration, plusieurs comportements ont été constatés. La route migratoire de bon nombre d'oiseaux les conduit à se diriger directement vers le parc éolien des Clérimois. A l'approche du parc, la proportion d'oiseaux amenés à traverser le parc est plus importante lorsque les éoliennes sont à l'arrêt que lorsqu'elles sont en rotation. [...] Alors que la grande majorité des oiseaux franchissent le parc sans apparente réaction, le parc provoque dans certains cas des effarouchements très nets conduisant à des modifications brusques de trajectoires et des contournements importants. »*

Aucun cas de mortalité directe n'a été observé et aucun cadavre n'a été trouvé au pied des éoliennes. Cependant, seule une recherche aléatoire a été réalisée, sans protocole standardisé, ce rend ces résultats relativement inexploitable pour réaliser des estimations de mortalité.

#### 1.1.3.2 Suivi mortalité de 2014

##### 1.1.3.2.1. Méthodologie de suivi mortalité

Un suivi mortalité a été réalisé en 2014 sur le parc éolien Les Clérimois, par le bureau d'études AIRELE. Au moment de la réalisation de ce suivi, le protocole national n'était pas encore validé et les méthodologies restaient à l'appréciation des exploitants.

Ce suivi a consisté en 3 sessions de 4 passages en mai (du 12 au 22 mai 2014), septembre (du 22 septembre au 1<sup>er</sup> octobre) et octobre (du 27 octobre au 7 novembre) 2014 *« afin de suivre les périodes de transit printanier, de parturition et de transit automnal des chauves-souris et de migration pré-nuptiale (en partie), de nidification et de migration post-nuptiale des oiseaux. »*

Les recherches ont bien été conduites dans des zones tampons circulaires de 50 m autour des mâts des 4 éoliennes, avec deux cercles prospectés dont le premier est à 25 m et le second à 50.

Afin de tenir compte des biais inhérent à la recherche de cadavres dans des conditions non contrôlées, un test d'efficacité de recherche a été conduit et les 20 leurres ont été répartis pour tenir compte de la diversité des habitats prospectés. Un test de prédation a également été implémenté sur le parc avec 20 carcasses déposées.

L'estimation de la mortalité la plus probable sur le parc se base donc ensuite sur les données de mortalité brute pondérées par des coefficients associés à l'efficacité de recherche de l'observateur et à la prédation des cadavres par les charognards. Un coefficient de correction surfacique, tenant compte de la hauteur de la végétation lors de chaque passage, est également ajouté aux formules d'estimation. Trois formules sont ensuite utilisées pour estimer la mortalité la plus probable : Erickson (2000), Jones (2009) et Huso (2010).

#### 1.1.3.2.1. Principaux résultats du suivi mortalité de 2022

En 2014, le rapport mentionne ceci : « *Selon ce test (aux dates et conditions de réalisation), la prédation sur le parc est faible avec une durée de persistance des cadavres de 5,6 jours.* »

Aucun cadavre d'oiseaux ou de chiroptère n'a été trouvé lors des deux premières périodes de prospections et les estimés de mortalité la plus probable sont nuls pour ces deux groupes et sur ces deux périodes. En revanche, 2 cadavres d'oiseaux ont été retrouvés lors de la 3<sup>ème</sup> période (du 27 octobre au 7 novembre), il s'agit d'une Perdrix grise (*Perdrix perdrix*) et d'un Pigeon biset (*Columbia livia*). Les formules utilisées donnent une estimation de la mortalité la plus probable comprise entre 11 et 39 oiseaux.

Le rapport concluait alors « *Au regard des informations récoltées, il ne semble pas que le parc éolien soit de nature à compromettre le maintien des populations d'oiseaux et de chauves-souris.* »

### 1.1.4 Rappel du suivi post-implantation de 2022

#### 1.1.4.1 Suivi de l'activité des chiroptères en nacelle

Ici sont reprises les méthodes et conclusions du rapport du suivi post-implantation du parc éolien Les Clérimois réalisé en 2022 :

« *Le suivi chiroptérologique a été réalisé grâce à un dispositif d'écoute (Batlogger WE X1) installé en nacelle sur l'éolien E2, au centre-ouest du site, entre deux boisements. L'enregistrement a eu lieu en continu, depuis une heure avant le coucher du soleil jusqu'à une heure après son lever, sur l'année 2022. La période analysée s'étend entre le 19/03/2022 et le 31/10/2022. Elle se découpe en trois périodes : transit printanier jusqu'au 14 mai, puis parturition jusqu'au 15 août et enfin transit automnal.*

##### **Présence et activité chiroptérologique**

*Le suivi montre une présence très variable sur l'année. Quand des chiroptères sont présents, ils présentent une activité au moins modérée plus de la moitié des nuits de présence et atteignent des pics d'activité forte lors de 19% du total des nuits. Sur l'ensemble de la période, des individus ont été contactés lors de 57% des nuits.*

*La présence sur le site est la plus faible en transit printanier (détectés lors de 19% des nuits) et la plus forte en parturition (détectés lors de 77% des nuits). En période de transit automnal, des individus ont été détectés lors de 66% des nuits.*

*De point de vue des niveaux d'activité :*

- *En transit printanier : La majorité de l'activité en transit printanier a lieu après le milieu du mois d'avril. Le groupe des pipistrelles est légèrement plus actif en cette période que le groupe des sérotines et noctules. Lorsque des chiroptères sont détectés, ils présentent majoritairement un niveau d'activité forte.*
- *En parturition : L'activité de l'ensemble des groupes est majoritairement plus forte entre le début du mois de juin et la fin du mois de juillet. Le groupe des sérotines et noctules est le plus actif, avec 46% des nuits présentant une activité forte et 67% des nuits atteignant ou dépassant le niveau modéré. Le groupe des pipistrelles est moins actif,*

avec 43% de nuits de présence et 16% de nuits atteignant ou dépassant le niveau modéré.

- *En transit automnal : L'activité de l'ensemble des groupes est majoritairement plus forte avant le milieu du mois de septembre. Le groupe des sérotines et noctules est le plus actif, avec 24% des nuits présentant une activité forte et 43% des nuits atteignant ou dépassant le niveau modéré. Le groupe des pipistrelles est moins actif, avec seulement 30% de nuits de présence et une activité majoritairement faible.*

[...]

*Pour conclure, le suivi chiroptérologique à hauteur de nacelle indique que **le risque d'impact sur ces espèces est fort**, notamment en période de parturition et au début de la période de transit automnal, et sur les espèces de haut vol (noctules, pipistrelles, principalement Pipistrelle commune). »*

### 1.1.4.2 Suivi mortalité

#### 1.1.4.2.1. Méthodologie de suivi mortalité

Un suivi de la mortalité a été conduit sous les 4 éoliennes du parc, en 2022, à raison d'un passage par semaine de la semaine 20 (semaine du 17/05/22) à la semaine 43 (semaine du 26/10/22), soit 24 passages.

Deux tests de prédation (12 carcasses utilisées à chaque fois) ont été réalisés au cours de ce suivi, le 19 juillet et le 3 octobre 2022.

Deux tests d'efficacité de recherche ont été réalisés au cours du suivi (avec 13 et 15 leurres respectivement). Ces deux tests avaient pour but de tester l'observateur et non l'influence de l'occupation du sol, de sa hauteur ou de son recouvrement sur la capacité de détection de l'observateur. Ils sont utilisés dans le calcul des surfaces prospectées et permettent de prendre en compte la hauteur et le recouvrement de l'occupation du sol le jour du test.

Les formules d'Erickson (2000), de Jones (2009) et de Huso (2010) ont été utilisées pour obtenir une estimation de la mortalité sur le parc éolien Les Clérimois en 2022.

---

Les méthodologies appliquées au cours du suivi mortalité de 2022 permettent la comparaison des résultats obtenus au cours de ce précédent suivi avec ceux présentés dans ce rapport.

---

#### 1.1.4.2.2. Principaux résultats du suivi mortalité de 2022

Un précédent suivi mortalité avait été réalisé sur le parc en 2014, ne relevant que deux cadavres : une Perdrix grise (*Perdix perdix*) et une plumée de Pigeon biset (*Columbia livia*).

##### 1.1.4.2.2.1. Données de mortalité brute

Les prospections (de mai à octobre 2022) ont permis de découvrir deux cadavres d'oiseaux : un Pigeon biset (*Columbia livia*) et une Alouette des champs (*Alauda arvensis*).

Tableau 1 : Données de mortalité brutes relatives aux oiseaux et obtenues lors du suivi mortalité de 2022 sur le Parc éolien Les Clérimois (Source : Auddicé, rapport de suivi post-implantation 2022)

Nom vernaculaire	Groupe d'espèce	Date	Statut et état de la découverte	Statut local	Éolienne	Distance au mât	Environnement de recherche
Alouette des champs	Passereau	13/07/2022	Mort - Sec	Nicheur	E3	50 m	Sol nu
Pigeon biset	Colombidé	01/08/2022	Mort - Plumes	Migrateur ou nicheur	E2	15 m	Sol nu

Au total, six cadavres de chiroptères ont été retrouvés, appartenant à trois espèces différentes : la Noctule commune (*Nyctalus noctula*), la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) et la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*). La majorité des cadavres retrouvés sont des Noctules de Leisler (quatre cadavres sur six).

Tableau 2 : Données de mortalité brutes relatives aux chauves-souris et obtenues lors du suivi mortalité de 2022 sur le Parc éolien Les Clérimois (Source : Auddicé, rapport de suivi post-implantation 2022)

Nom vernaculaire	Date	Statut et état de la découverte	Statut local	Éolienne	Distance au mât	Couverture du sol
Noctule de Leisler	13/07/2022	Mort - Avancé	Reproducteur ou migrateur	E1	35 m	Sol nu
Noctule de Leisler	13/07/2022	Mort - Avancé	Reproducteur ou migrateur	E1	43 m	Sol nu
Pipistrelle commune	13/07/2022	Mort - Avancé	Reproducteur ou migrateur	E4	50 m	Sol nu
Noctule de Leisler	16/08/2022	Mort - Avancé	Reproducteur ou migrateur	E1	28 m	Sol nu
Noctule de Leisler	22/08/2022	Mort - Décomposé	Reproducteur ou migrateur	E2	12 m	Gravier stabilisé (plateforme)
Noctule commune	22/08/2022	Mort - Avancé	Reproducteur ou migrateur	E3	16 m	Gravier stabilisé (plateforme)

La figure suivante donne la répartition des cadavres retrouvés selon les éoliennes :

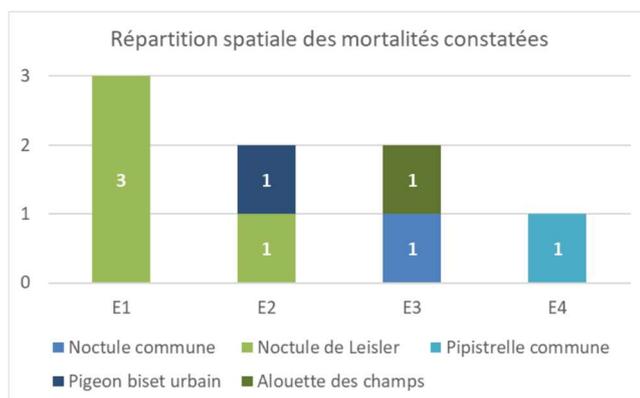


Figure 4 : Répartition des cadavres par éoliennes au cours du suivi mortalité de 2022 (Source : Auddicé, rapport de suivi post-implantation 2022)

La figure suivante permet de retracer la phénologie de la découverte des cadavres au cours du suivi mortalité de 2022 :

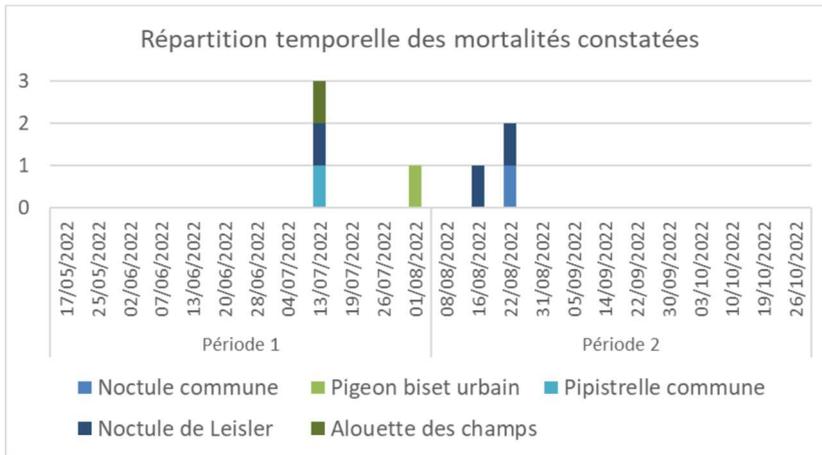


Figure 5 : Phénologie de la découverte des cadavres au cours du suivi mortalité de 2022 (Source : Auddicé, rapport de suivi post-implantation 2022)

Le rapport mentionne également que : « La totalité des cas de mortalité ont été constaté entre la mi-juillet et la fin août ».

#### 1.1.4.2.2.1. Estimations de la mortalité

Globalement la persistance des cadavres a été relativement faible d'après les tests de prédation conduits en 2022 avec respectivement 1,3 jours de persistance en moyenne au premier test et 1,9 au second.

La probabilité de détection, estimée sur la base des tests d'efficacité de recherche, est élevée sur le parc et proche de 0,67 ou 0,68 selon l'observateur. Encore une fois, cette probabilité n'est pas modélisée en fonction de l'évolution de l'occupation du sol au cours du suivi en 2022. Elle est donc calculée d'une façon très différente de celle employée dans le présent rapport et décrite en partie 2.1.2.3.2. L'efficacité globale de détection, prenant en compte une correction surfacique liée au fait que toutes les zones ne sont pas prospectables, est également calculée différemment dans le suivi 2022 en comparaison de ce rapport.

Deux périodes ont été séparées dans les estimations de la mortalité en 2022, sur la base de la saisonnalité de l'activité de la faune.

Les résultats des estimations sont repris ci-dessous :

Mortalité estimée	Période 1						Période 2					
	Erickson		Huso		Jones		Erickson		Huso		Jones	
	Nb morta	IC 80%	Nb morta	IC 80%	Nb morta	IC 80%	Nb morta	IC 80%	Nb morta	IC 80%	Nb morta	IC 80%
Oiseaux	26	[0 ; 58]	29	[0 ; 86]	66	[0 ; 304]	Non estimé car pas de mortalité constatée					
Chauves-souris	37	[0 ; 105]	39	[0 ; 147]	74	[0 ; 400]	19	[0 ; 43]	20	[0 ; 45]	33	[0 ; 87]

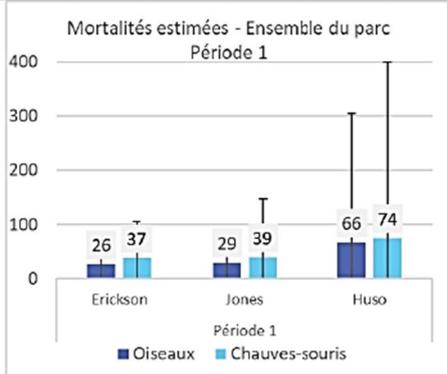


Figure 32. Estimation de la mortalité sur le parc (4 éoliennes) – Période 1

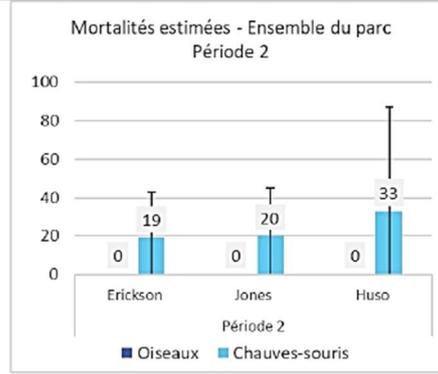


Figure 33. Estimation de la mortalité sur le parc (4 éoliennes) – Période 2

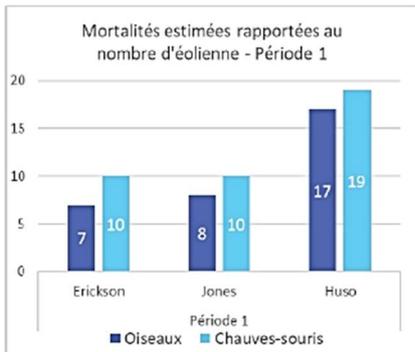


Figure 34. Mortalité estimée rapportée par éolienne – Période 1

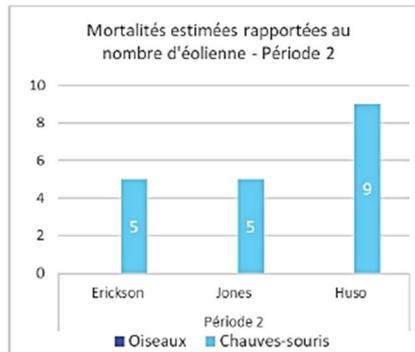


Figure 35. Mortalité estimée rapportée par éolienne – Période 2

Figure 6 : Extrait du rapport de suivi mortalité de 2022 reprenant les résultats de l'estimation de la mortalité (Source : Auddicé, rapport de suivi post-implantation 2022)

Selon les modèles, la mortalité estimée la plus probable pour l'avifaune était comprise entre 26 et 66 individus. Elle était comprise entre 37 et 74 individus pour les chiroptères en période 1 et entre 19 et 33 en période 2.

**En conclusion de ces estimations, l'impact du parc sur l'avifaune était considéré comme non significatif et il était considéré comme significatif pour les chiroptères.**

Une mesure corrective ciblant les chiroptères avait alors été proposée pour réduire cet impact. Cette dernière prenait alors la forme d'un bridage des machines dans les conditions de vents et de températures apparemment favorables à l'activité des chiroptères. Les paramètres de bridage étaient alors basés sur des données de suivi de l'activité des chiroptères enregistrées en nacelle de l'éolienne E02 entre le 19/03/2022 et le 31/10/2022.

## 1.2 Méthodologie appliquée

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

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

L'arrêté du 22 juin 2020 modifie l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation selon la rubrique 2980 de la législation sur les installations classées pour la protection de l'environnement. L'article 12 de l'arrêté de 2011 est remplacé par de nouvelles dispositions. Les différents intitulés et dispositions des arrêtés sont précisément décrits dans l'Annexe 2.

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

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

#### 1.2.1.2 Méthodes et pressions d'inventaire attendues à l'échelle nationale

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 (Annexe 3, Figure 29). Pour le nombre d'éoliennes à surveiller, il recommande de suivre toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes ou moins, et pour les parcs de plus de 8 éoliennes, appliquer la formule suivante :  $(\text{nombre d'éoliennes} - 8) / 2$ .

La collecte de données implique de prospecter une surface-échantillon définie, généralement 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 (Annexe 3, Figure 30). La méthode de recherche consiste en des transects à pied avec des espacements dépendants du couvert végétal. Les résultats sont soumis à des tests de correction, y compris un test d'efficacité de recherche et un test de persistance des cadavres.

L'analyse des résultats comprend la compilation des données brutes, l'évaluation de l'impact du parc et de l'efficacité des mesures, une analyse qualitative par éolienne, des croisements avec d'autres données, et la justification des mesures correctives proportionnelles. Il vise également à estimer la mortalité pour des comparaisons objectives, en utilisant des formules de calcul standardisées. Utiliser au moins 3 formules de calcul des estimateurs standardisés dont Huso (2010) obligatoirement, avec précision de l'intervalle de confiance de l'estimation.

### 1.2.2 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 Les Clérimois. Il présente par ailleurs en détail les principales données collectées et analyses réalisées.

### 1.2.2.1 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.

#### 1.2.2.1.1. 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.

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 / Korner-Nievergelt et al. 2011.**

#### 1.2.2.1.2. 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.).
- **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 (Barrientos et al., 2018; Reyes et al., 2016; Smallwood, 2007), d'autre part. Il est également variable en fonction des observateurs (capacités de détection propres, Ponce et al., 2010). Pour limiter l'effet observateur, il est important que les recherches soient, dans la mesure du possible, réalisées par un observateur unique. Ces tests doivent être réalisés au cours du suivi pour permettre d'évaluer la capacité de détection de l'observateur dans un maximum de modalités d'occupation du sol afin de limiter les extrapolations.

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.**

Plus d'informations concernant les coefficients correcteurs ainsi que les estimations de mortalités sont disponible en **annexe 4**.

### 1.2.2.1.3. Méthodes statistiques et incertitudes

- Évaluation du coefficient moyen de persistance des cadavres

Afin d'estimer au mieux le coefficient, nous avons repris la démarche développée dans le package R « carcass » (Korner-Nievergelt et al. 2015), repris également par l'estimateur de Korner-Nievergelt (2011) ou encore « GenEst » (Dalthorp et al. 2018), c'est-à-dire l'utilisation d'un modèle de survie classique pouvant utiliser comparativement quatre lois de distribution possibles parmi : "exponential", "weibull", "lognormal" et "loglogistic". Ces distributions classiques décrivent de manière différente la vitesse à laquelle disparaissent les cadavres au cours 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 AIC (détails en annexe 5). 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.

- 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 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).

- 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.

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.

Plus d'informations concernant les coefficients correcteurs ainsi que les méthodes statistiques utilisées sont disponible en **annexes 4 et 5**.

### 1.2.2.2 Méthode de recherche des cadavres

#### 1.2.2.2.1. Méthode par transects circulaires

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

Ce protocole présente plusieurs avantages :

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

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

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

**Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir 1 866 m de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.**

#### 1.2.2.2.2. 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.

#### 1.2.2.2.3. Détermination des cadavres

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

Les ouvrages utilisés, si nécessaire, pour appuyer les déterminations complexes sont présentés en bibliographie.

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

## 1.2.3 Conditions de réalisation du suivi de mortalité

### 1.2.3.1 Prospections de terrain

Les dates de passages et les conditions météorologiques sont détaillées dans le Tableau 3.

Ainsi 24 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 19 mai 2023 au 27 octobre 2023.

Tableau 3 : *Prospections de terrain et informations météorologiques*

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques*
<b>Suivi de mortalité (24 passages)</b>		
0	19/05/2023	Température minimale : 3,4°C ; Température maximale : 20,6°C ; Précipitation : 0,0 mm ; Rafale maximale : 33,8 km/h.
1	26/05/2023	Température minimale : 8,1°C ; Température maximale : 24,5°C ; Précipitation : 0,0 mm ; Rafale maximale : 24,1 km/h.
2	02/06/2023	Température minimale : 11,7°C ; Température maximale : 23,8°C ; Précipitation : 0,0 mm ; Rafale maximale : 33,8 km/h.
3	09/06/2023	Température minimale : 11,1°C ; Température maximale : 30,4°C ; Précipitation : 0,4 mm ; Rafale maximale : 37 km/h.
4	16/06/2023	Température minimale : 11°C ; Température maximale : 30,3°C ; Précipitation : 0 mm ; Rafale maximale : 29 km/h.
5	23/06/2023	Température minimale : 11,8°C ; Température maximale : 27,9°C ; Précipitation : 0,0 mm ; Rafale maximale : 20,9 km/h.
6	30/06/2023	Température minimale : 16,3°C ; Température maximale : 24,9°C ; Précipitation : 1,6 mm ; Rafale maximale : 29 km/h.
7	07/07/2023	Température minimale : 11,2°C ; Température maximale : 31,7°C ; Précipitation : 0,8 mm ; Rafale maximale : 30,6 km/h.
8	14/07/2023	Température minimale : 11,3°C ; Température maximale : 31,7°C ; Précipitation : 1,8 mm ; Rafale maximale : 37 km/h.
9	21/07/2023	Température minimale : 13,8°C ; Température maximale : 25,1°C ; Précipitation : 1,4 mm ; Rafale maximale : 33,8 km/h.
10	28/07/2023	Température minimale : 16,8°C ; Température maximale : 24,3°C ; Précipitation : 33,4 mm ; Rafale maximale : 45,1 km/h.
11	04/08/2023	Température minimale : 14,1°C ; Température maximale : 22,1°C ; Précipitation : 1,6 mm ; Rafale maximale : 40,2 km/h.
12	11/08/2023	Température minimale : 14,7°C ; Température maximale : 28,4°C ; Précipitation : 1,8 mm ; Rafale maximale : 25,7 km/h.
13	18/08/2023	Température minimale : 16,9°C ; Température maximale : 31,1°C ; Précipitation : 0,0 mm ; Rafale maximale : 19,3 km/h.

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques*
14	25/08/2023	Température minimale : 18,2°C ; Température maximale : 27,2°C ; Précipitation : 11,6 mm ; Rafale maximale : 47,1 km/h.
15	31/08/2023	Température minimale : 12,7°C ; Température maximale : 20,9°C ; Précipitation : 2,4 mm ; Rafale maximale : 35,4 km/h.
16	08/09/2023	Température minimale : 16,1°C ; Température maximale : 35,5°C ; Précipitation : 0,0 mm ; Rafale maximale : 1,6 km/h.
17	15/09/2023	Température minimale : 15,5°C ; Température maximale : 28,2°C ; Précipitation : 0,0 mm ; Rafale maximale : 22,5 km/h.
18	22/09/2023	Température minimale : 12,4°C ; Température maximale : 16,7°C ; Précipitation : 1,8 mm ; Rafale maximale : 40,2 km/h.
19	29/09/2023	Température minimale : 15,7°C ; Température maximale : 21,8°C ; Précipitation : 0,6 mm ; Rafale maximale : 32,2 km/h.
20	06/10/2023	Température minimale : 4,5°C ; Température maximale : 23°C ; Précipitation : 0,4 mm ; Rafale maximale : 11,3 km/h.
21	13/10/2023	Température minimale : 15,6°C ; Température maximale : 29,3°C ; Précipitation : 1,4 mm ; Rafale maximale : 56,3 km/h.
22	19/10/2023	Température minimale : 14,8°C ; Température maximale : 22°C ; Précipitation : 12,6 mm ; Rafale maximale : 30,6 km/h.
23	27/10/2023	Température minimale : 11,1°C ; Température maximale : 16,2°C ; Précipitation : 2,8 mm ; Rafale maximale : 41,8 km/h.
<b>Tests de prédation (2 tests)</b>		
Test 1	21/08/2023	Dépôt de 60 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	09/10/2023	Dépôt de 60 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
<b>Tests d'efficacité de recherche (2 tests)</b>		
Test 1	18/08/2023	Dépôt de 105 leurres
Test 2	06/10/2023	Dépôt de 75 leurres

\*Données issues de la station météorologique de Cerisiers, située à 11 kilomètres de Les Clérimois (89) (Source – Infoclimat)

### 1.2.3.1 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 habituel d'un passage hebdomadaire « suivi de mortalité ». 60 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 menées lors de 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.

### 1.2.3.2 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 75 à 105 leurres disposés par test, Tableau 4). 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 7 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope

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).

	E01	E02	E03	E04	Parc ensemble
<b>Occupations du sol</b>					
Chemin	7	5	0	7	19
Fève	0	0	0	30	30
Friche	0	0	30	0	30
Luzerne	15	0	0	0	15
Plateforme	0	8	10	8	26
Plateforme enherbée	36	8	7	9	60

	E01	E02	E03	E04	Parc ensemble
<b>Hauteurs de végétation</b>					
0	0	8	10	9	27
5	2	0	0	0	2
7	0	0	0	6	6
10	5	5	0	0	10
12	15	0	0	0	15
15	0	0	15	0	15
17	0	4	4	0	8
20	17	0	0	20	37
22	0	0	0	4	4
25	0	0	3	0	3
27	0	0	15	0	15
30	19	4	0	15	38
<b>Dates de tests</b>					
18/08/2023	34	8	24	39	105
06/10/2023	24	13	23	15	75
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>21</b>	<b>47</b>	<b>54</b>	<b>180</b>

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

La capacité de détection des cadavres est variable entre observateurs (Ponce et al., 2010 ; Labrosse, 2009).

Toutefois, bien que plus de la moitié du suivi ait été réalisée par la même personne (11 sessions), quatre autres experts sont intervenus (7, 2, 2 et 1 sessions). La personne ayant réalisé la majorité des sessions a été testée à deux reprises.

Il est également important de noter qu'elle est aussi variable en fonction de la hauteur de végétation et du type d'occupation du sol (Borner et al., 2017). 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 6 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 12 hauteurs différentes de végétation.

## 1.2.1 Équipe de travail

Une équipe pluridisciplinaire a été constituée dans le cadre de cette étude (Tableau 5).

Tableau 5 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Agents de Biotope
Contrôle qualité	Nicolas MEYER
<b>Chef de projet</b> Responsable du projet et rédaction de l'étude	Lucas BAUDEQUIN
<b>Technicien suivi de mortalité</b> Réculte des données mortalité avifaune et chiroptères (11 sessions)	Aurélie SCHNEIDER
<b>Technicien suivi de mortalité</b> Réculte des données mortalité avifaune et chiroptères (7 sessions)	Lucas BAUDEQUIN
<b>Technicien suivi de mortalité</b> Réculte des données mortalité avifaune et chiroptères (2 sessions)	Clément CORDIER
<b>Technicien suivi de mortalité</b> Réculte des données mortalité avifaune et chiroptères (2 sessions)	Mathilde POIROT
<b>Technicien suivi de mortalité</b> Réculte des données mortalité avifaune et chiroptères (1 session)	Samuel DIEBOLT

## 2 Synthèse et analyse des résultats

---

### 2.1 Résultats du suivi de mortalité

#### 2.1.1 Résultats bruts

##### 2.1.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts

Au total, 10 cadavres ont été trouvés au sein du Parc éolien Les Clérimois, dont 3 oiseaux (3 espèces) et 7 chauves-souris (3 espèces et un groupe d'espèces) entre le 19 mai 2023 et le 27 octobre 2023.

Les espèces d'oiseaux trouvées sont l'Alouette des champs, le Roitelet huppé et le Rougequeue noir, recensés entre le 16 juin 2023 et le 29 septembre 2023.

Les espèces de chauves-souris trouvées sont la Noctule commune (2 individus), la Pipistrelle commune (3 individus), la Noctule de Leisler (1 individu) et le groupe de Pipistrelle commune/Pipistrelle pygmée (1 individu), recensées entre le 18 août 2023 et le 29 septembre 2023.

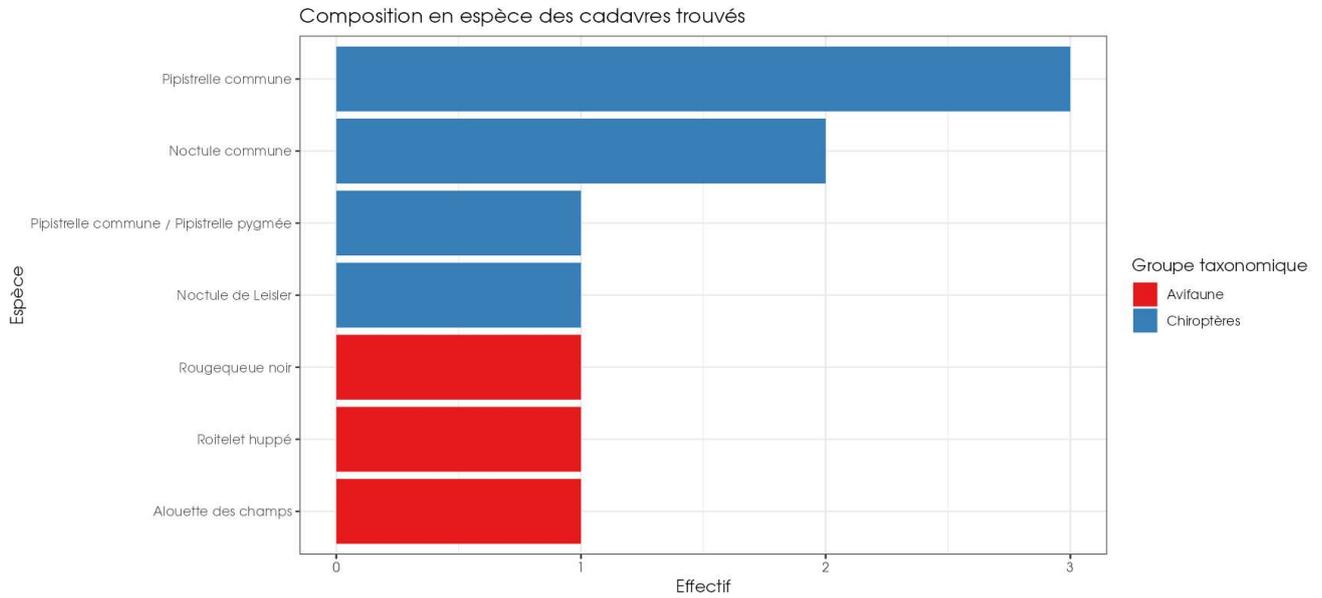


Figure 8 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le Parc éolien Les Clérinois

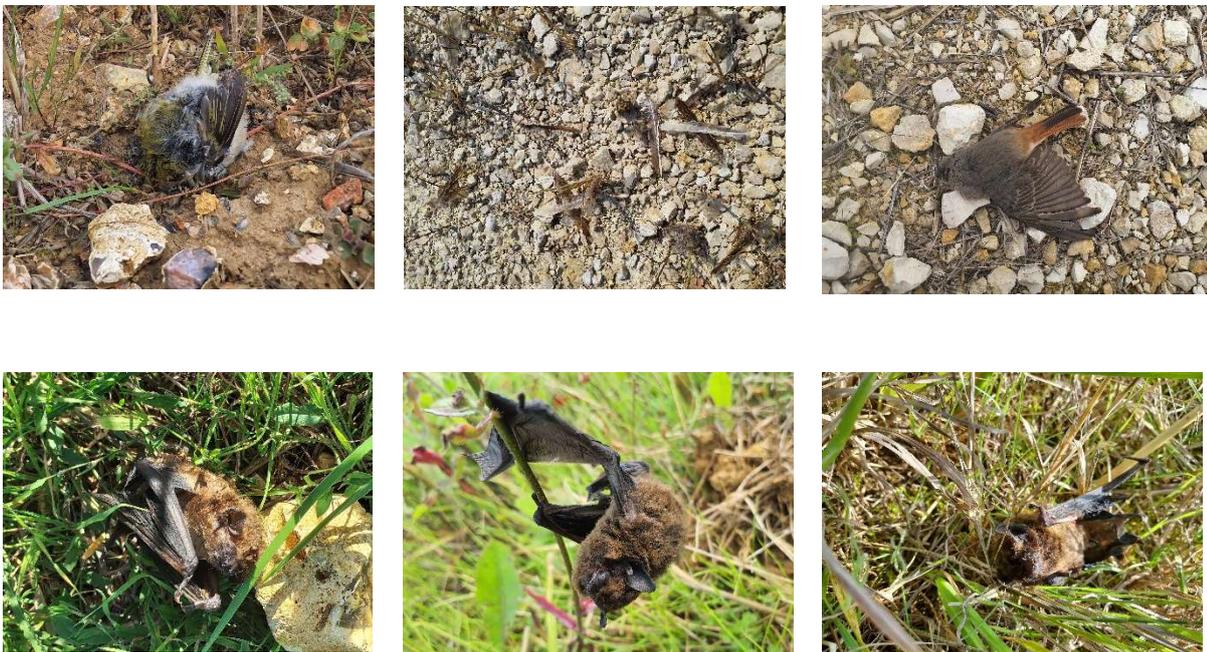


Figure 9 : Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Roitelet huppé, Alouette des champs, Rougequeue noir, Noctule commune, Pipistrelle commune et Noctule de Leisler © Biotope

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les cadavres d'oiseaux ont été observés sur deux périodes : à la mi-juin puis à la fin septembre. Au regard des effectifs, il ne semble pas y avoir de pic important de mortalité

sur la période de suivi mais deux cadavres sur trois ont été découverts en période de migration postnuptiale ;

- Les cadavres de chiroptères ont été retrouvés au cours de la phase de transit automnal correspondant à la période allant de mi-août à fin septembre.

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

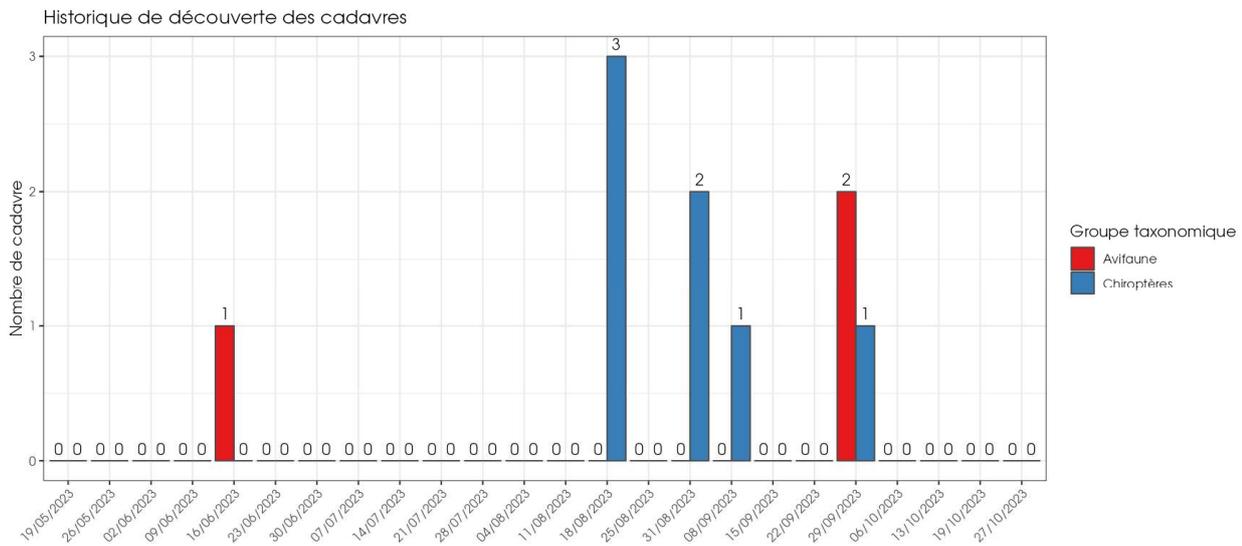


Figure 10 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le Parc éolien Les Clérimois

### 2.1.1.1 Suivi par éolienne

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous l'ensemble des éoliennes avec des valeurs différentes entre elles. Aussi bien pour les oiseaux que pour les chiroptères, l'éolienne E04 montre le nombre de découvertes de cadavres le plus important avec 1 oiseaux et 3 chiroptères. Les éoliennes E01 et E02 montrent principalement une mortalité de chiroptères (respectivement 1 et 2 chiroptères pour 0 oiseaux). L'éolienne E03 présente un nombre plus important de cadavres d'oiseaux retrouvés (2 oiseaux et 1 chiroptère).

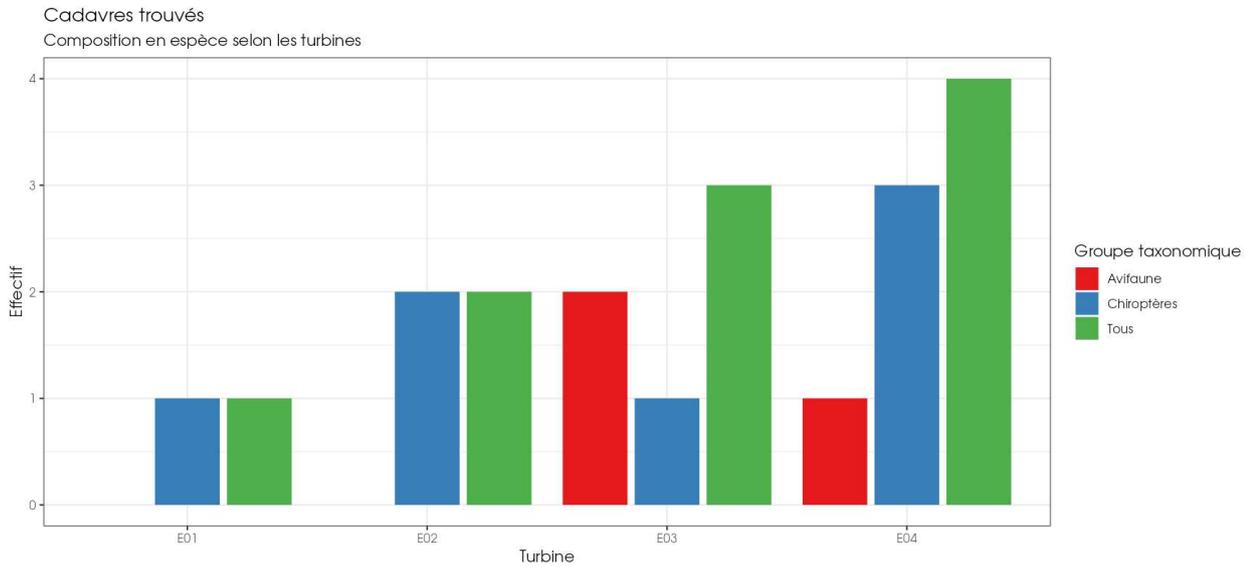


Figure 11 : Nombre de cadavres découverts par éolienne

### 2.1.1.2 Répartition spatiale des observations

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

Si l'on regarde la localisation des observations par rapport aux éoliennes suivies, les observations semblent plus proches de l'éolienne pour les chiroptères avec la plupart des cadavres retrouvés à moins de 20 mètres du mât. Concernant l'avifaune, un cadavre a été trouvé à 13 mètres et deux autres à 40 mètres. Des considérations balistiques, notamment la corrélation positive supposée entre la masse et la distance parcourue par le cadavre projeté, pourraient expliquer cette répartition.

Les découvertes ont été plus fréquemment réalisées au Sud-Est des éoliennes mais le faible nombre de cadavres découverts ne permet pas d'obtenir une tendance robuste.

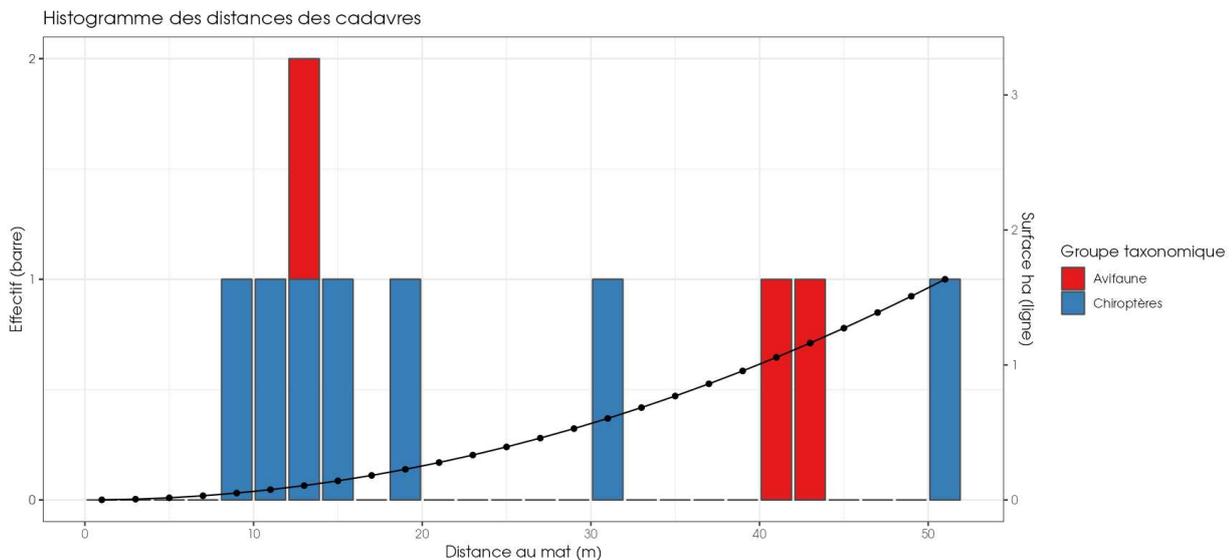


Figure 12 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du Parc éolien Les Clérimois. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.

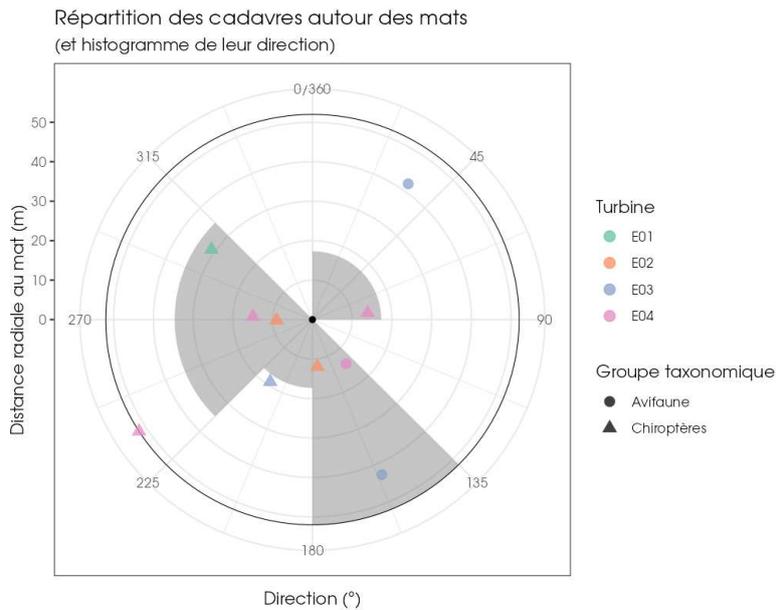


Figure 13 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation

### 2.1.1.3 Description des oiseaux retrouvés

Trois individus répartis au sein de 3 espèces ont été retrouvés et identifiés sous les éoliennes du Parc éolien Les Clérimois : **l'Alouette des champs, le Roitelet huppé et le Rougequeue noir.**

À titre de comparaison, Biotope a réalisé en 2022 un « référentiel de mortalité brute » cumulant l'ensemble des observations de cadavres d'oiseaux réalisées dans le cadre de suivis environnementaux au niveau métropolitain depuis 2019. Ce référentiel permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles au collision/barotraumatisme à l'échelle nationale.

On constate que l'Alouette des champs est une espèce fréquemment observée en France. En effet, sur les 76 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elle est la 5<sup>ème</sup> espèce la plus découverte par Biotope. Le Roitelet huppé se situe au 28<sup>ème</sup> rang de notre référentiel de mortalité brute. Enfin, le Rougequeue noir fait partie des espèces les moins fréquemment observées par Biotope parmi l'ensemble des 3 espèces observées lors de ce suivi, classé au 46<sup>ème</sup> rang.

De la même manière, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr (mise à jour le 09 août 2023) 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 l'Alouette des champs et le Roitelet huppé sont des espèces très impactées en Europe et en France. En effet, sur les 224 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité,

elles font parties des 15 espèces les plus découvertes en Europe. Elles représentent les 6<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> rang des espèces les plus touchées en France d'après la base de Tobias Dürr.

Pour rappel, les bases de données observationnelles, que ce soit celle de Biotope ou celle de Tobias Dürr présentent un intérêt comparatif qui reste toutefois limité. En effet, l'ensemble des biais et limites quant à l'effort de prospection associés à chaque découverte n'est pas intégré dans ce type de base de données. Aussi, ces observations ne représentent qu'une partie de la réalité de la mortalité réelle pour laquelle il reste impossible de vérifier leur concordance.

Par ailleurs, la base de données concernant l'avifaune mise à disposition par Tobias Dürr se base sur des observations transmises de manière volontaire. Elle permet, comme celle de Biotope, de comparer la mortalité observée sur le Parc éolien Les Clérimois par rapport à celle recensée aux échelles nationale et européenne. Cependant, si elle donne une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elle est loin d'être exhaustive. Les données françaises recueillis par Tobias Dürr proviennent d'une faible proportion de parcs Français. Il s'agit néanmoins de la synthèse Européenne la plus détaillée qui existe à ce jour et qui est conforté au niveau métropolitain par le « référentiel de mortalité brute » réalisé par Biotope en 2023.

Tableau 6 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023 ; Dürr, 2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2023 pour des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut.

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotope	A	BE	CH	D	NL	Rang Clérimois (Effectif)
Alouette des champs	7 (517)	6 (215)	5 (49)	6 (23)	NA	NA	10 (125)	20 (2)	1 (1)
Roitelet huppé	15 (241)	13 (84)	28 (4)	8 (14)	20 (1)	8 (3)	10 (125)	19 (3)	1 (1)
Rougequeue noir	NA	NA	46 (1)	19 (1)	NA	NA	49 (1)	NA	1 (1)

Légende : NA = Non attribué, A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, D = Allemagne, FR = France, NL = Pays-Bas

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2007, on constate que seul le Roitelet huppé n'avait pas été contacté lors de l'état initial, alors que les autres espèces découvertes au cours de ce suivi mortalité avaient été observées lors des inventaires réalisés et traités dans cette étude.

L'Alouette des champs est un passereau d'assez grande taille, mesurant environ 17 centimètres de longueur. Elle affectionne les milieux ouverts tels que les champs cultivés, les prairies et les terres agricoles. Certaines populations sont migratrices, tandis que d'autres sont sédentaires toute l'année. Sa période de reproduction commence tôt, dès le mois de mars et s'étale jusqu'en été. Les mâles chantent souvent pour établir leur territoire et attirer les femelles. Ils construisent des nids au sol, dissimulés dans la végétation.

Le Roitelet huppé est l'un des plus petits passereaux d'Europe et mesure environ 9 centimètres. Il affectionne les milieux arborés et semi-ouverts tels que les forêts de conifères, bois mixtes, feuillus et haies. Bien que principalement sédentaire dans ses aires de reproduction, il peut parfois migrer. L'activité nuptiale commence dès fin mars et s'amplifie en avril. Les mâles chantent pour établir leur territoire et attirer les femelles. Les couples construisent des nids en forme de coupe dissimulés dans les branches des conifères ou feuillus.

Le Rougequeue noir est un passereau mesurant environ 14 centimètres de longueur. Il affectionne les milieux rupestres et semi-ouverts. Certaines populations sont migratrices, tandis que d'autres sont sédentaires toute l'année. Sa période de reproduction s'effectue au printemps.

La nidification de l'espèce est semi-cavernicole et niche dans toutes sortes d'anfractuosités plus ou moins ouvertes (il affectionne particulièrement les structures anthropiques comme les corps de ferme ou les granges)

### 2.1.1.3.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 7 présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le Parc éolien Les Clérimois, à l'échelle régionale, française et européenne.

L'Alouette des champs et le Roitelet huppé sont des espèces nicheuses patrimoniales. L'Alouette des champs et le Roitelet huppé sont classés « quasi menacés » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs au niveau national et « quasi menacé » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de Bourgogne pour le Roitelet huppé. Le Roitelet huppé et le Rougequeue noir sont également protégés au niveau national.

Tableau 7 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le Parc éolien Les Clérimois

Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France nicheur (2016)	NIOF migrateur (2008)	Liste rouge nicheur Bourgogne (2015)
Alouette des champs	-	-	LC	NT	C	LC
Roitelet huppé	Article 3	-	LC	NT	SC	NT
Rougequeue noir	Article 3	-	LC	LC	C	LC

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.

**NIOF (Nouvel Inventaire des Oiseaux de France) Migrateur**

Cela présente le statut de rareté de l'espèce en période de migration en France (NIOF)

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

NA : Non applicable, DD : données insuffisantes, SC = Sédentaire commun ; CC = taxon très commun ; C = taxon commun ; PC = taxon peu commun.

**Listes rouges**

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

Liste rouge des espèces menacées en Bourgogne - ABEL J., BABSKI S.-P., BOUZENDORF F. et BROCHET A.-L., 2015. Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs menacés en Bourgogne. Étude et Protection des Oiseaux en Bourgogne, LPO Côte-d'Or. 16 p.

LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé

### 2.1.1.4 Description des chauves-souris retrouvées

7 individus répartis au sein de 3 espèces et un groupe d'espèces ont été retrouvés sur le Parc éolien Les Clérimois : **la Noctule commune** (2 individus), **la Pipistrelle commune** (3 individus), **la Noctule de Leisler** (1 individu) et **un groupe de Pipistrelle commune/Pipistrelle pygnée** (1 individu).

La **Pipistrelle commune** et la **Pipistrelle pygmée** sont des espèces assez sédentaires. Elles s'éloignent ainsi peu de leurs domaines vitaux. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales, proches du parc éolien (quelques kilomètres).

La **Noctule commune** et la **Noctule de Leisler** sont quant à elles des espèces migratrices. Il est donc possible que les individus touchés par le Parc éolien Les Clérimois étaient des individus en migration. On ne peut cependant pas affirmer cela avec certitude. Effectivement des colonies de mise-bas sont présentes en France et de nouvelles colonies sont découvertes chaque année pour la Noctule commune. Le patron d'activité acoustique de l'espèce semble montrer une période d'activité sociale moyenne en période printanière et très forte en période estivale et non une activité strictement liée à la migration. Le croisement des résultats du suivi mortalité avec le suivi de l'activité des chiroptères en nacelle est réalisé plus loin dans le présent document (partie 2.2.2).

À titre de comparaison, Biotope a réalisé en 2022 un « **référentiel de mortalité brute** » cumulant l'ensemble des observations de cadavres de chiroptères réalisées dans le cadre de suivis environnementaux au niveau métropolitain depuis 2019. Ce référentiel permet de faire un bilan des espèces *a priori* les plus sensibles au collision/barotraumatisme à l'échelle nationale.

On constate que la Pipistrelle commune, la Noctule commune et la Noctule de Leisler sont parmi les espèces les plus fréquemment observées en France. En effet, sur les 12 espèces ou groupes d'espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elles font parties des 3 espèces les plus découvertes en métropole. La Pipistrelle commune se situe au 1<sup>er</sup> rang, la Noctule de Leisler au 2<sup>ème</sup> et la Noctule commune au 3<sup>ème</sup> rang de notre référentiel de mortalité brute.

De la même manière, la synthèse de données disponibles de Tobias Dürr (mise à jour le 9 août 2023) sur les cadavres de chauves-souris relate :

- Que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus touchée par les parcs éoliens à l'échelle européenne et à l'échelle française ;
- Que la Noctule commune est la 3<sup>ème</sup> espèce la plus impactée en Europe et la 4<sup>ème</sup> en France ;
- Que la Noctule de Leisler est la 4<sup>ème</sup> espèce la plus impactée en Europe et la 5<sup>ème</sup> en France ;
- Que la Pipistrelle pygmée est la 6<sup>ème</sup> espèce la plus impactée en Europe et en France.

Pour rappel, les bases de données observationnelles, que ce soit celle de Biotope ou celle de Tobias Dürr présentent un intérêt comparatif qui reste toutefois limité. En effet, l'ensemble des biais et limites quant à l'effort de prospection associés à chaque découverte n'est pas intégré dans ce type de base de données. Aussi, ces observations ne représentent qu'une partie de la réalité de la mortalité réelle pour laquelle il reste impossible de vérifier leur concordance.

Par ailleurs, la base de données concernant les chiroptères mise à disposition par Tobias Dürr se base sur des observations transmises de manière volontaire. Elle permet, comme celle de Biotope, de comparer la mortalité observée sur le Parc éolien Les Clérimois par rapport à celle recensée aux échelles nationale et européenne. Cependant, si elle donne une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elle est loin d'être exhaustive. Les données françaises recueillies par Tobias Dürr proviennent d'une faible proportion de parcs Français. De plus, ces chiffres sont des approximations car on note une grande part d'individus indéterminés au sein de chaque genre (Pipistrelle indéterminée, Noctule indéterminée, etc.). De même, pour un grand nombre d'individus, même le genre n'a pas pu être déterminé du fait, entre autres, de leur état de décomposition avancée et/ou de la non-présence de spécialistes à proximité capables d'identifier notamment les pipistrelles grâce à leur dentition. Toutefois Il s'agit de la synthèse Européenne la plus détaillée qui existe à ce jour et qui est conforté au niveau métropolitain par le « référentiel de mortalité brute » réalisé par Biotope en 2022.

Tableau 8 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2022 pour des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine.

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotope	A	BE	CH	D	NL	Rang Clérimois (effectif)
Pipistrelle commune	1 (3401)	1 (1931)	1 (293)	5 (2)	1 (30)	1 (6)	3 (802)	1 (16)	1 (3)
Noctule commune	3 (1765)	4 (269)	3 (55)	1 (46)	5 (1)	NA	1 (1287)	NA	2 (2)
Noctule de Leisler	4 (813)	5 (243)	2 (79)	NA	NA	3 (1)	4 (199)	NA	3 (1)
Pipistrelle commune / Pipistrelle pygmée	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3 (1)

Légende : NA = Non attribué, A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, D = Allemagne, FR = France, NL = Pays-Bas

Une seule espèce recensée lors de l'étude d'impact de 2007 a été retrouvée lors du suivi mortalité de 2023. De plus, certaines espèces recensées en 2007 n'ont pas été observées lors du suivi mortalité, à l'instar du Murin de Daubenton. A l'inverse, d'autres espèces comme la Noctule commune ou la Noctule de Leisler n'avaient pas été recensées à l'état initial de l'étude d'impact alors que le suivi mortalité a révélé leur présence sur le parc.

À noter qu'aucune écoute des chiroptères en altitude n'avait été réalisée lors de l'étude d'impact. Il est donc possible que des espèces volant à hauteur de pale n'aient pas été détectées lors des inventaires de 2007 comme la Noctule de Leisler, pourtant recensés lors du suivi en nacelle réalisé en parallèle du suivi mortalité en 2023.

Toutefois, **des écoutes en altitude ont été réalisées** par le bureau d'étude Auddicé en nacelle sur la machine E2 du 19 mars au 31 octobre 2022. Ce suivi a permis d'identifier neuf espèces et quatre groupes d'espèces en altitude. Parmi les espèces identifiées lors de ces écoutes, on compte trois espèces retrouvées sous les éoliennes lors du suivi de 2023, il s'agit de la Noctule de Leisler, la Noctule commune et la Pipistrelle commune. En revanche, aucun Oreillard gris, Oreillard roux, Murin de Bechstein, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle de Kuhl et Sérotine commune n'a été retrouvé au pied des éoliennes au cours du suivi mortalité conduit en 2023.

La plupart des chauves-souris effectuent des déplacements entre leurs gîtes estivaux et leurs gîtes d'hivernation, variant de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres. Quatre espèces effectuent cependant de véritables migrations, parcourant parfois plus de 1 000 km : la Noctule commune (2 cas de mortalité recensés sur le Parc éolien Les Clérimois) et la Noctule de Leisler (1 cas de mortalité recensé sur le Parc éolien Les Clérimois ; Hutterer et al. 2005). Ces espèces se reproduisent en Europe du Nord et de l'Est. Les jeunes naissent entre juin et fin juillet et s'établissent 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. Au printemps, les femelles retournent sur leur site de mise-bas. Des colonies de mise-bas sont également présentes en France, bien que rares. Cependant, cette rareté peut être liée à un manque de connaissances, de nouvelles colonies étant découvertes chaque année, notamment pour les noctules (Arthur & Lemaire, 2015).

La Noctule commune et la Pipistrelle commune font partie des espèces les plus impactées par les parcs éoliens en fonctionnement (en Europe : Gaultier et al., 2020). Les chiroptères sont des animaux ayant une longue espérance de vie mais une faible fécondité, entraînant un faible renouvellement des populations. Une forte mortalité des adultes est donc particulièrement dommageable pour les populations (Arthur & Lemaire, 2015).

#### 2.1.1.4.1. Évaluation des enjeux

Le Tableau 9 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le Parc éolien Les Clérimois, à l'échelle de la France et de l'Europe. Quatre espèces recensées lors de ce suivi mortalité sont patrimoniales. Il s'agit de la Noctule commune, classée « vulnérable » sur la liste rouge nationale ainsi que de la Pipistrelle commune et de la Noctule de Leisler, toutes deux « quasi-menacées » à l'échelle nationale. Enfin, la Pipistrelle pygmée est classée en « préoccupation mineure » sur la liste rouge nationale.

Tableau 9 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le Parc éolien Les Clérimois

Espèce	Directive Habitats	Protection nationale	Liste rouge Europe (2012)	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Bourgogne (2015)
Pipistrelle commune	Annexe IV	Article 2	LC	NT	LC
Noctule commune	Annexe IV	Article 2	LC	VU	DD
Noctule de Leisler	Annexe IV	Article 2	LC	NT	NT
Pipistrelle pygmée	Annexe IV	Article 2	LC	LC	DD

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 Bourgogne**

Liste rouge européenne des espèces menacées (UICN, 2012)

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

SHNA, UICN, 2015, Liste rouge des chauves-souris de la région Bourgogne

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

### 2.1.1.5 Evaluation de tendance à travers les quantiles de mortalité brute

#### Référentiel 'mortalité brute'

Répartition statistique empirique du nombre de cadavres découverts sur 79 parcs éoliens lors de 114 suivis conformes au protocole national effectués entre 2019 et 2022

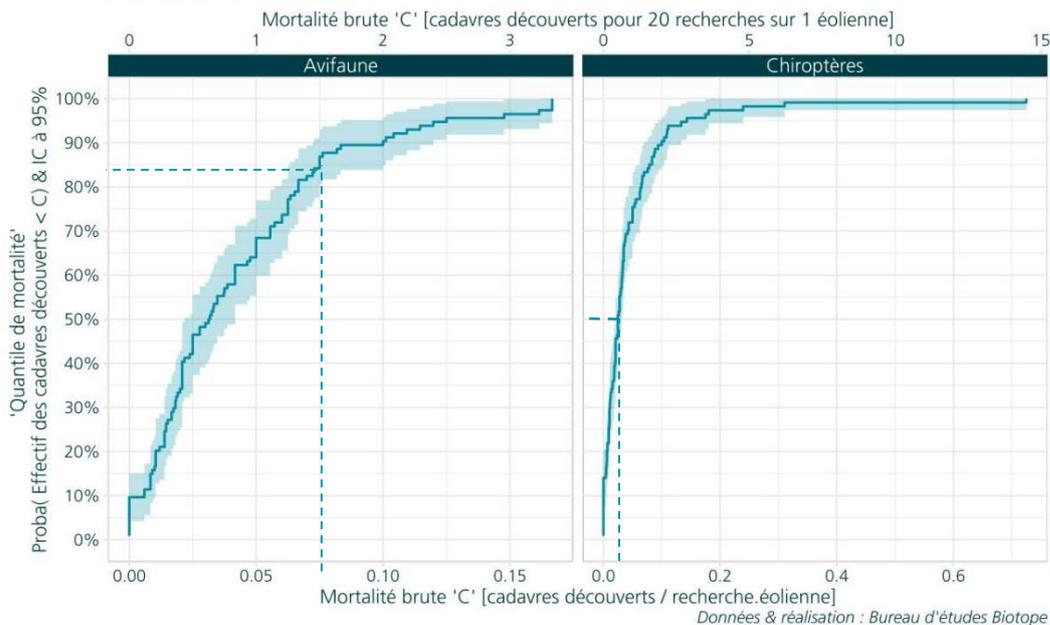


Figure 14 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute du Parc éolien Les Clérimois à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2022).

Cette représentation graphique repose sur les données extraites du référentiel de mortalité brute élaboré par Biotope. Ce référentiel synthétise l'intégralité des informations relatives aux cadavres d'oiseaux et de chiroptères recueillis entre 2019 et 2022 dans les parcs éoliens suivis. Le graphique permet d'obtenir un « quantile de mortalité brute » en fonction de la mortalité brute 'C' calculée par recherche-éolienne, correspondant au nombre de passage multiplié par le nombre d'éolienne du parc. En résulte un nombre de cadavre par recherche-éolienne pour les deux groupes taxonomiques.

Au sein du Parc éolien Les Clérimois, il a été observé un total de 3 cadavres d'oiseaux et 7 cadavres de chiroptères. Pendant le suivi, 4 éoliennes ont été suivies durant 24 passages. Cela conduit à une mortalité brute 'C' de 0,032 cadavres par recherche-éolienne pour les oiseaux et de 0,076 cadavres par recherche-éolienne pour les chiroptères.

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité brute de 55% pour les oiseaux et de 83% pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité brute du Parc éolien Les Clérimois est parmi les 17% les plus élevées du référentiel pour les chiroptères, contre 45% pour les oiseaux.

Il est important de noter que ces valeurs ne constituent qu'une alerte sur un potentiel risque de significativité, et doivent être interprétées en conjonction avec les autres indicateurs. Cependant, il semble que le parc étudié présente une tendance à une mortalité brute élevée en comparaisons des autres parcs surveillés par Biotope depuis 2019 pour les chiroptères, et moyenne pour les oiseaux. Cependant, il convient de souligner une nouvelle fois que cette interprétation, prise individuellement, ne permet pas de tirer des conclusions définitives quant à

la significativité potentielle de l'impact du Parc éolien Les Clérimois sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.

## 2.1.2 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 nécessaires aux estimations de mortalités.

### 2.1.2.1 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 10,

Figure 15 et Figure 16). Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les capacités de l'observateur à détecter les cadavres (Domínguez del Valle et al., 2020). Les milieux herbacés hauts (> à 30/40 cm) et denses sont incompatibles avec les suivis. Ainsi, dès lors que la végétation correspondait à ce type d'occupation du sol, l'efficacité de recherche a été considérée comme nulle et les parcelles non prospectées.

Dans le cadre de cette étude, la végétation a été la seule contrainte dans la recherche de cadavres où pour certains passages, les recherches n'ont pas pu être menées sur la totalité des surfaces à prospecter.

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

Tableau 10 : Bilan de l'occupation du sol pour les quatre éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éolienne et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi (24 passages). Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).

Milieux	E01	E02	E03	E04	Total
Céréales	33%	29%	32%	26%	30,3%
Chaume céréales	4%	3%	7%	7%	5,2%
Chemin	2%	1%	/	4%	1,7%
Déchaume céréales	/	/	/	7%	1,7%
Fève	/	/	/	40%	10%
Friche	/	/	47%	/	11,7%
Luzerne	52%	45%	/	/	24,4%
Plateforme	2%	14%	10%	11%	9,4%
Plateforme enherbée	7%	7%	3%	5%	5,6%
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

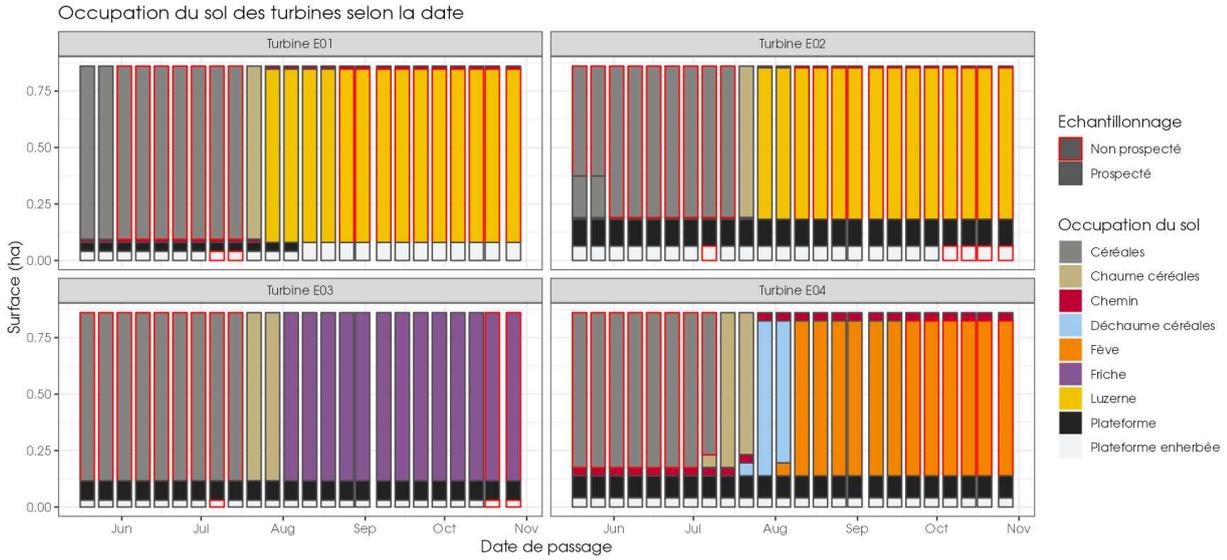
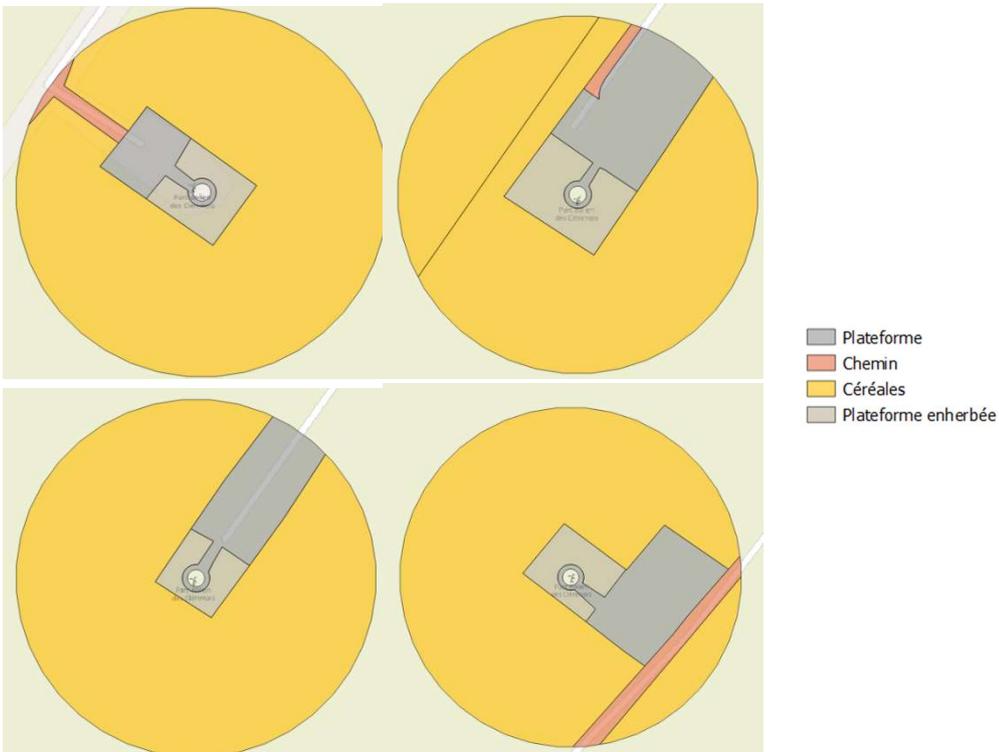


Figure 15 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi



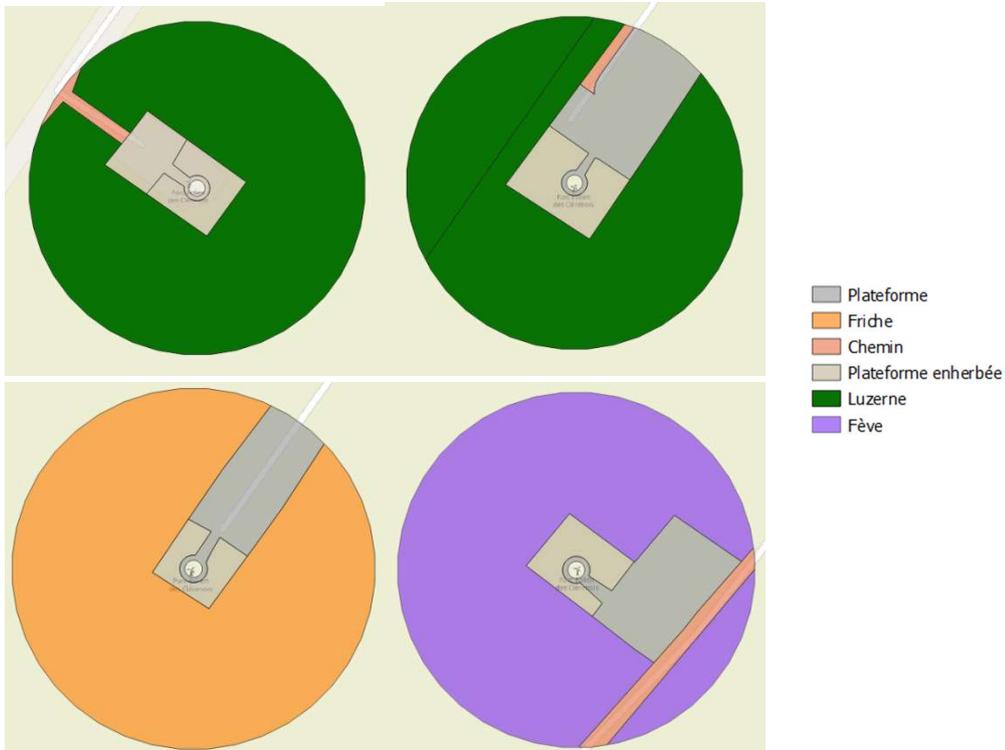


Figure 16 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04 (de gauche à droite et de haut en bas) le 19 mai 2023 (premier passage en haut) et le 27 octobre 2023 (dernier passage en bas)

### 2.1.2.2 Évolution du taux de surface prospectée

Du fait principalement de l'évolution de la végétation, l'ensemble des surfaces n'a pas pu être prospectée tout au long du suivi. Ce taux de surface prospectée est variable dans le temps et différent pour chaque éolienne suivie.

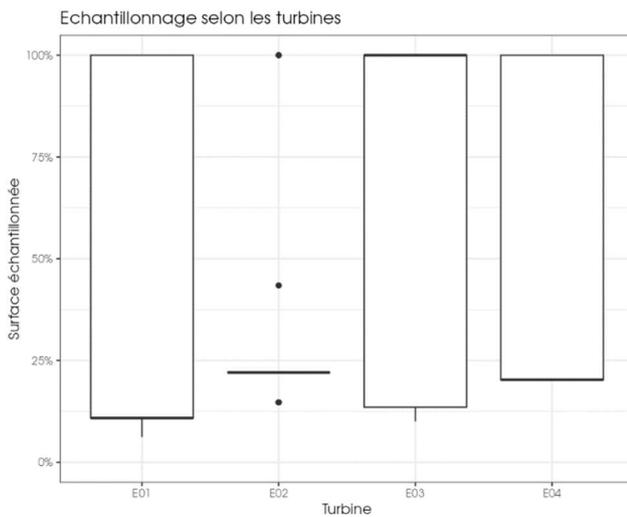
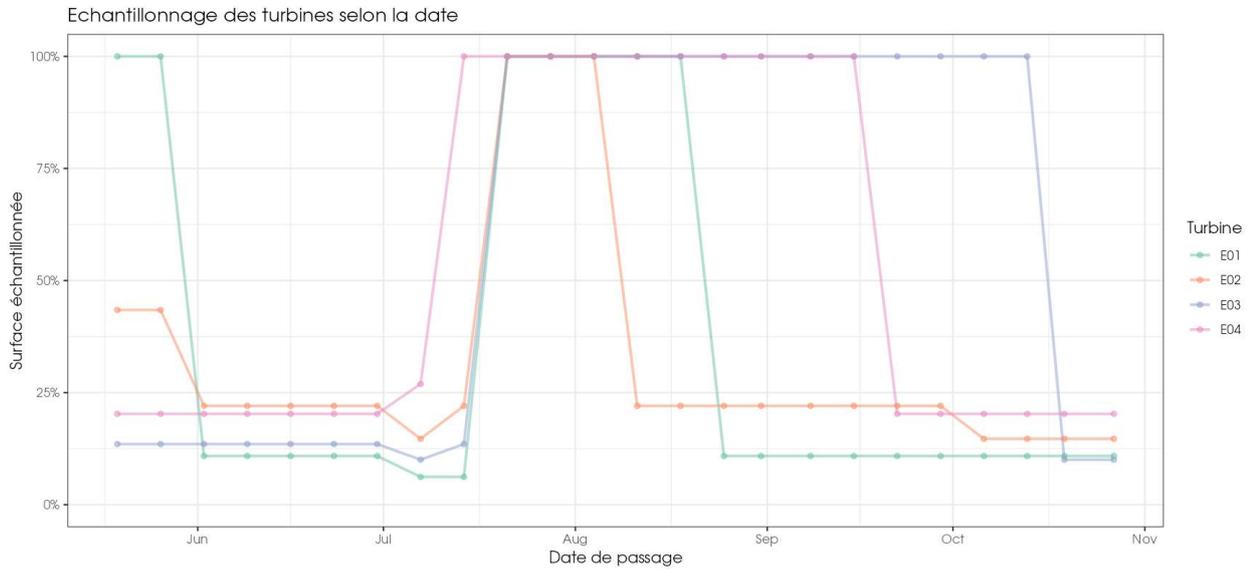


Figure 17 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. A gauche évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, à droite synthèse (boite à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1er quartile, médiane en gras, 3ème quartile, maximum).

### 2.1.2.3 Résultats des tests et calcul des coefficients correcteurs

#### 2.1.2.3.1. 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 11). 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 très faibles (allant de 0,32 à 0,34) à faibles (allant de 0,55 à 0,62). Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 11 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 24 passages

	E01	E02	E03	E04
Quantile 2.5%	0,23	0,19	0,18	0,23
Premier quartile	0,23	0,55	0,18	0,23
Moyenne	0,62	0,60	0,52	0,71
Moyenne pondérée	0,34	0,32	0,62	0,55
Médiane	0,62	0,57	0,18	0,99
Troisième quartile	1,00	0,61	1,00	0,99
Quantile 97.5%	1,00	1,00	1,00	0,99

### 2.1.2.3.1. Coefficient de persistance (s)

À la suite des tests de persistance et aux analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu comme modèle le plus parcimonieux (AIC weight = 0,46) : « **Persistance ~ Turbid** » en utilisant une famille de distribution « lognormal ». Cela veut dire que la durée de persistance est variable entre les différentes éoliennes.

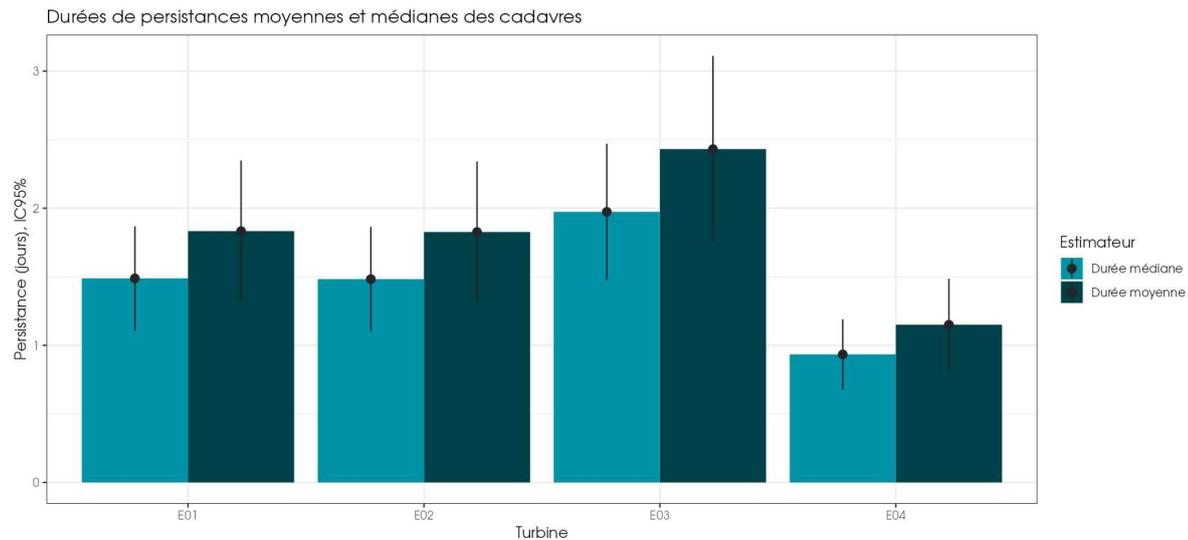


Figure 18 : Durées de persistance moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation

Les durées de persistance sont relativement similaires entre chaque éolienne sauf pour la E04 qui se démarque légèrement. En effet, les éoliennes (E01, E02, E03) ont une durée de persistance moyenne autour des 2 jours, c'est-à-dire qu'un cadavre disparaît en moyenne après 2 jours. Quant à l'éolienne E04, elle possède une durée de persistance, d'environ 1 jour. Les intervalles de confiance montrent que l'évaluation de la prédation est assez bonne, en témoigne une incertitude modérée, voire faible (Figure 18 & Tableau 10).

Tableau 12 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance pour chacune des quatre éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.

	E01	E02	E03	E04
<b>Résultats des tests de persistances</b>				
Persistance moyenne (en jours)	1,83	1,83	2,43	1,15
Intervalle de confiance à 95%	[1,32 ; 2,35]	[1,31 ; 2,34]	[1,75 ; 3,11]	[0,81 ; 1,49]

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

À la suite des tests d'efficacité de recherche et aux analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu comme modèle: « **Trouve ~ Hmoy + TurbID** » (AIC weight = 0,22). Ce dernier permet de réaliser des interpolations et des extrapolations pour déduire l'efficacité de recherche de l'observateur pour des hauteurs de végétations non testées mais prospectées au cours du suivi. Ce modèle tient également compte d'une variabilité inter-éolienne, liée à la différence d'occupation du sol au pieds des différentes turbines.

Nous avons ainsi pu déterminer les probabilités de détection pour toutes les hauteurs de végétation prospectées par l'observateur durant le suivi (Figure 19).

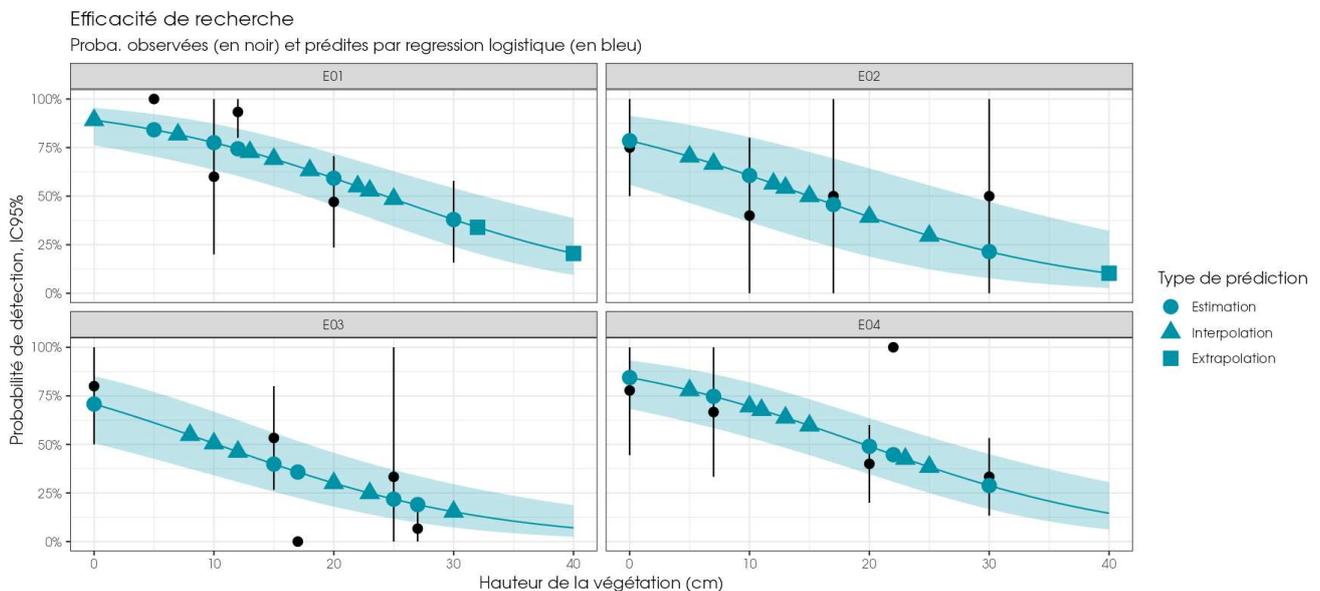


Figure 19 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations, interpolations et extrapolations) par type de hauteurs de végétations et d'éolienne pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi.

Les taux d'efficacité prédits des zones prospectées sont très variables en fonction de la hauteur de végétation (entre 0,1 pour une végétation de 40 cm de hauteur sous l'éolienne E02 et 0,89 pour un sol nu sous l'éolienne E01). On constate que plus la hauteur de végétation est importante, plus la probabilité de détection diminue, et ce pour chaque éolienne. L'efficacité de recherche moyenne varie entre les éoliennes : E01 et E04 montrent des probabilités de détection plus élevées que celles relevées sur les deux autres éoliennes qui composent le parc, quelle que soit la hauteur de végétation considérée.

### 2.1.2.4 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 2<sup>ème</sup> passage ont été prises en compte. En effet, les observations faites au 1<sup>er</sup> passage concernent des cas de mortalité qui ne se sont pas produits pendant la période du suivi mais antérieurement à celui-ci. Ainsi, le 1<sup>er</sup> 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 très faible de manière générale (entre 0,06 et 0,18 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique ( $a$ ) est assez faible également (entre 32% et 62% de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0,03 à 0,10 c'est à dire un facteur démultiplicateur élevé de la mortalité observée allant respectivement de 5,5 à 33,3. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 5 et 33 fois plus importante que celle observée suivant les éoliennes et la méthode d'estimation sélectionnée. De plus, les intervalles de confiance sont de fait plutôt importants (détection globale faible).**

**L'éolienne E03 a la probabilité de détection globale la plus élevée, elle reste cependant faible. L'éolienne, E01, E02 et E04 ont les probabilités de détection globale très faible.**

Tableau 13 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation

	E01	E02	E03	E04
Probabilité détection $P(s,f)$				
Huso (2010)	0,17	0,18	0,17	0,11
Erickson et al. (2000)	0,17	0,18	0,17	0,11
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,12	0,13	0,14	0,06
Coefficient correcteur de surface $a$				
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,34	0,32	0,62	0,55
Probabilité globale de détection $a \times P(s,f)$				
Huso (2010)	0,06	0,06	0,1	0,06
Erickson et al. (2000)	0,06	0,06	0,1	0,06
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,04	0,04	0,09	0,03

#### 2.1.2.4.1. Estimation de la mortalité pour l'avifaune

- *Éolienne E03*

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découverte de cadavres ( $n = 2$ ) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E03, sont comprises entre 11 et 14 individus sur une période de 161 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95%) allant de 33 à 45 individus et minimum allant de 11 à 14 individus. Les 2 observations ont été réalisées sur une période assez étendue, entre le 16 juin 2023 et le 29 septembre 2023.

- *Éolienne E04*

L'éolienne E04 est celle qui présente les estimations avec les plus fortes incertitudes. Le nombre maximum (IC 95%) de l'effectif impacté est entre 8 et 12 individus, sur une période de 161 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95%) allant de 33 à 54

individus et minimum allant de 1 à 2 individus. Un seul cadavre d'oiseau a été retrouvé sous cette éolienne le 29 septembre 2023.

Tableau 14 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du Parc éolien Les Clérimois sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	0	0	2	1	3
Huso (2010) [IC 95%]	6 [0 ; 29]	5 [0 ; 30]	12 [3 ; 36]	8 [1 ; 35]	43 [11 ; 105]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	5 [0 ; 28]	6 [0 ; 28]	11 [2 ; 33]	9 [1 ; 33]	38 [11 ; 103]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	8 [0 ; 39]	8 [0 ; 39]	14 [4 ; 45]	12 [2 ; 54]	55 [12 ; 144]

• Ensemble du parc

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 38 à 55 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), les effectifs impactés sont de 11 individus au minimum et de 144 individus au maximum pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude très importante.

Les 3 observations ont été réalisées sur 161 jours centrés sur les 3 saisons (du 19 mai au 27 octobre : 1 découverte en juin et 2 en septembre).

L'éolienne E03 présente la mortalité estimée la plus élevée à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E04 suivie de E01 et E02 qui peuvent être considérées comme équivalentes. Toutefois, les incertitudes importantes ne permettent pas de relever de différence significative entre les éoliennes.

Synthèse des résultats du suivi de mortalité  
Nombre d'individus morts au cours de la période d'étude (161 jours)

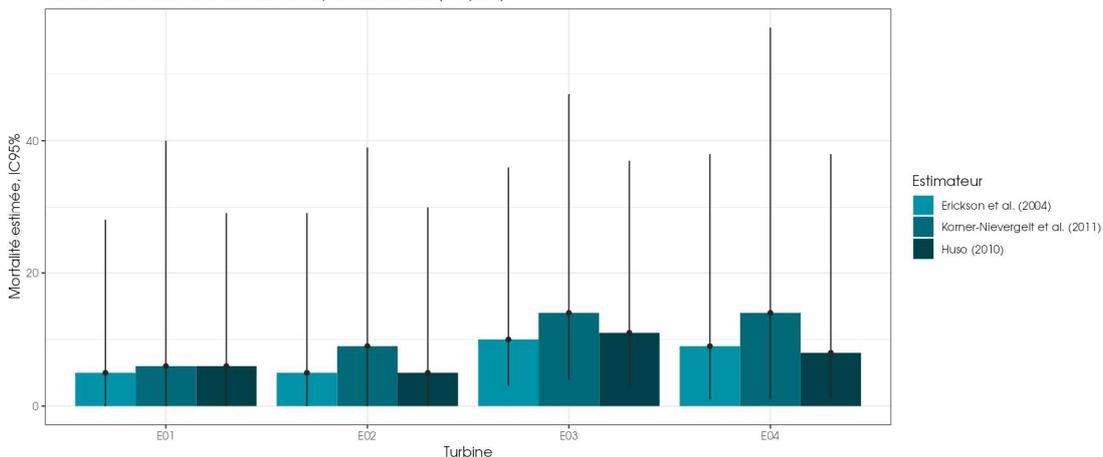


Figure 20 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le Parc éolien Les Clérimois au cours du suivi de 2023 sur 161 jours

## 2.1.2.4.2. Estimation de la mortalité des chiroptères

- *Éolienne E04*

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découvertes de cadavres (n = 3) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E04 sont comprises entre 26 et 44 individus sur une période de 161 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95%) allant de 36 à 138 individus et minimum allant de 10 à 12 individus. Les 3 observations ont été réalisées sur une période assez restreinte, entre le 18 août 2023 et le 29 septembre de la même année.

- *Éolienne E03*

L'éolienne E03 est celle qui présente les estimés de mortalité les plus faibles, avec les intervalles de confiance les plus restreints, en comparaison des autres éoliennes. Ainsi, les estimés de mortalité les plus probables sont compris entre 17 et 24 cadavres selon la formule retenue. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95%) allant de 19 à 58 individus et minimum allant de 2 à 3 individus. Un seul cadavre avait été retrouvé dans la zone de prospection de cette éolienne, le 31 août 2023. L'éolienne E01 qui a une mortalité brute égale à celle de E03 a une mortalité estimée légèrement plus élevée, mais les incertitudes sont trop importantes pour les distinguer.

Tableau 15 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du Parc éolien Les Clérimois sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	1	2	1	3	7
Huso (2010) [IC 95%]	20 [3 ; 40]	23 [7 ; 53]	17 [2 ; 19]	26 [10 ; 36]	103 [44 ; 119]
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	22 [4 ; 57]	26 [7 ; 67]	17 [3 ; 43]	25 [10 ; 79]	100 [45 ; 197]
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	28 [4 ; 79]	33 [8 ; 96]	24 [2 ; 58]	44 [12 ; 138]	157 [67 ; 302]

- *Ensemble du parc*

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est comprise entre 100 et 157 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), les effectifs impactés sont de 44 à 67 individus au minimum et de 119 à 302 individus au maximum pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude importante.

Les 7 observations ont été réalisées sur 53 jours centrés sur la saison automnale (du 18 août au 29 septembre : 5 découvertes en août et 2 découvertes en septembre).

L'éolienne E04 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E02, E01 et E03. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer les éoliennes sur la base de leur impact estimé.

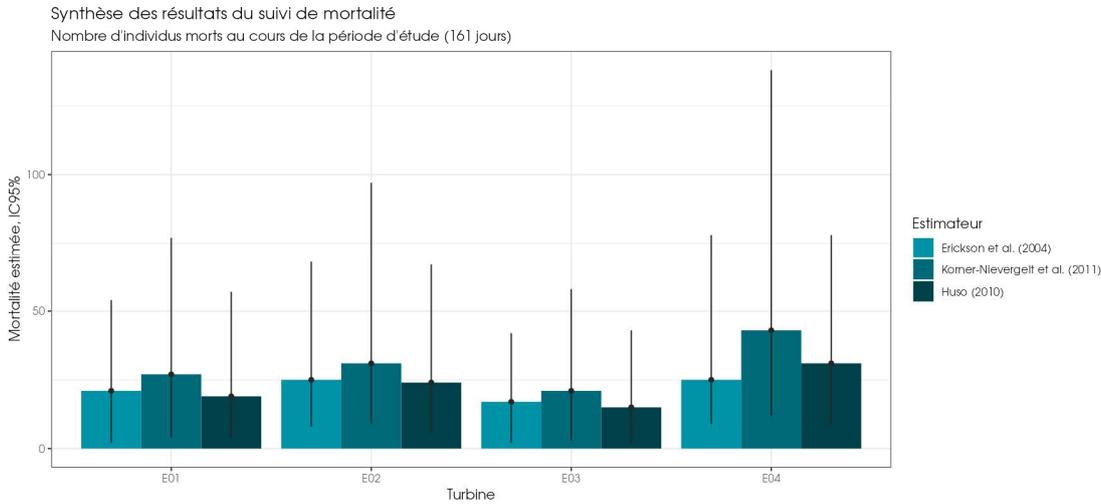


Figure 21 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le Parc éolien Les Clérimois au cours du suivi de 2023 sur 161 jours

### 2.1.3 Synthèse du suivi de mortalité

Le suivi de mortalité mené sur le Parc éolien Les Clérimois entre le 19 mai 2023 et le 27 octobre 2023 (4 machines) a conduit à la découverte de 10 cadavres, dont 3 oiseaux (3 espèces) et 7 chauves-souris (3 espèces et 1 groupe).

En effet, ont été trouvées sous les éoliennes du parc lors du suivi, 3 espèces d'oiseaux (l'Alouette des champs, le Rougequeue noir et le Roitelet huppé) et 4 espèces de chiroptères (la Noctule commune, la Pipistrelle commune, la Noctule de Leisler) avec un individu de Pipistrelle commune ou de Pipistrelle pygmée, trop dégradé pour l'identifier à l'espèce.

Chaque spécimen d'oiseaux observé concerne une espèce différente. Tant dis que la majorité des spécimens de chiroptères observés concernent la Pipistrelle commune (3 individus plus 1 individu supplémentaire potentiel) et la Noctule commune (2 individus). A noter l'observation de la Noctule de Leisler (1 individu) et d'une Pipistrelle commune ou Pipistrelle pygmée (1 individu).

La mort des individus est imputable aux éoliennes, que cela soit par collision ou par barotraumatisme.

Les cadavres ont été localisés à des distances comprises entre 13 m (Rougequeue noir) et 40 m du mât (Roitelet huppé et Alouette des champs) pour les oiseaux et entre 9 m (Noctule de Leisler) et 50 m (Pipistrelle commune) pour les chiroptères.

Deux tests de persistance des cadavres ont été réalisés, avec l'utilisation d'un total de 120 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 1,15 jours (E04) à 2,43 jours (E03), soit relativement courts.

Des estimations de la mortalité ont été réalisées pour l'ensemble des éoliennes du parc, sur la durée du suivi (161 jours). L'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de 100 à 157 cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, où les découvertes de cadavre se concentrent sur 53 jours. Concernant l'avifaune, l'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de 38 à 55 cas de mortalité d'oiseaux sur la période de suivi, où les découvertes de cadavre s'étalent sur l'ensemble du suivi soit 161 jours.

Ces chiffres sont bien supérieurs à ceux mentionnés par la bibliographie. Selon RYDELL et al. (2017), le nombre de chiroptères tués par éolienne et par an est très variable d'un site à l'autre

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

---

Faute de référentiel, il est complexe de conclure et d'évaluer l'impact du Parc éolien Les Clérimois en fonctionnement sur la conservation des espèces d'oiseaux et de chiroptères.

Concernant les oiseaux, la mortalité brute observée est certes faible (3 cadavres d'oiseaux sur l'ensemble du parc soit moins de 1 cadavre par éolienne) mais la prédation est forte sur le site et le taux de prospection assez faible. Les estimations permettent alors de prendre en compte ces biais, responsables d'une sous-estimation d'une mortalité qui serait basée sur ces données brutes uniquement. La mortalité estimée est alors proche du seuil de 10 issu de la bibliographie avec une mortalité la plus probable comprise entre 9,5 et 13,75 cadavres d'oiseaux par éolienne. Cependant, si ces estimés de mortalité nous informent sur le nombre de cadavres retrouvés sous les éoliennes, ils ne sont pas suffisants pour estimer l'impact du parc éolien sur les oiseaux. En effet, les statuts de conservation des espèces retrouvées au pied des éoliennes sont essentiels à prendre en compte. Parmi les espèces retrouvées lors du suivi mortalité, deux sont « quasi-menacées » au niveau national et la dernière est en « préoccupation mineure ». **Ainsi, la mortalité peut être considérée comme non-significative pour l'avifaune sur le parc éolien Les Clérimois.**

Concernant les chiroptères, la mortalité brute est relativement importante avec 7 cadavres découverts au cours du suivi, soit 1,75 cadavres par éolienne. Comme pour l'avifaune, les biais associés à la pression de prédation, à l'efficacité de recherche et à des prospections incomplètes (surfaces non prospectables du fait de l'occupation du sol) sont pris en compte dans les estimations de la mortalité imputable au parc. Pour les chiroptères et selon le modèle choisi, la mortalité la plus probable est alors comprise entre 25 et 39,25 cadavres par éolienne sur la période de suivi. Ces estimations sont supérieures au seuil de la bibliographie et permettent de déduire **un impact significatif du parc sur les chiroptères**. La mise en place de mesures correctives pour les chiroptères semble alors nécessaire.

Au vu des résultats estimatifs du suivi de mortalité de ce parc, il semble essentiel de définir des modalités de fonctionnement du parc éolien permettant de réduire la mortalité induite sur les chiroptères. Nous invitons le maître d'ouvrage à contacter les services de l'Etat en charge de l'inspection des parcs éoliens afin de discuter de la marche à suivre.

Il serait opportun de reconduire, à la suite de la mise en œuvre d'un asservissement ciblé des éoliennes, une nouvelle campagne de suivi pour valider les résultats obtenus, aussi bien pour les aspects quantitatifs (estimations de la mortalité) que qualitatifs (phénologie de la mortalité), et confirmer la bonne mise en place des mesures correctives.

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.

---

## 2.2 Facteurs d'impact et mesures correctives

### 2.2.1 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 2023.

Tableau 16 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité de 2023

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité	Analyse comparative
<b>Oiseaux</b>			
Alouette des champs	Espèce contactée en période de nidification (~4,5 couples), en périodes postnuptiale (798 ind. soit 1/3 de l'effectif total) et pré-nuptiale (307 ind. soit 20% du total).	1 individu (16/06/2023)	<p>L'étude d'impact avait identifié l'espèce et mettait en avant le caractère agricole du site. Elle a notamment été l'espèce la plus observée en période de migration postnuptiale, la deuxième plus observée en période de migration pré-nuptiale et elle a été nicheuse sur le site.</p> <p>L'étude d'impact avait conclu que « Les sensibilités avifaunistiques concernant les espèces présentes en période de migration sont de faible à moyenne, avec une sensibilité plutôt moyenne pour les migrations post nuptiales. »</p> <p>Un cas de mortalité est recensé en période de reproduction, démontrant que le risque de collision concerne aussi les espèces nicheuses sur le site.</p>
Rougequeue noir	Recensé comme nicheur sur le site, sans effectif associé	1 individu (29/09/2023)	Un cas de mortalité est recensé en période de migration postnuptiale pour cette espèce migratrice partielle en France, mais aucune sensibilité n'a été établie dans l'étude d'impact.
Roitelet huppé	Non mentionné dans l'étude d'impact	1 individu (29/09/2023)	Un cas de mortalité est recensé en période de migration postnuptiale pour cette espèce migratrice nocturne, mais aucune sensibilité n'a été établie dans l'étude d'impact.
<b>Chiroptères</b>			
Pipistrelle commune	L'une des deux espèces recensées au cours des inventaires de l'étude d'impact	3 individus (2 au 18/08/2023 ; 1 au 29/09/2023)	L'étude d'impact avait identifié l'espèce. Elle avait conclu que les incidences étaient faibles à moyennes concernant les collisions avec les rotors sur le site d'étude et de façon générale : « Qu'au regard des territoires de chasse se trouvant au niveau du verger (moins de 200m des éoliennes), les deux éoliennes centrales pourraient engendrer des collisions de chiroptères ». Cette

			tendance n'est pas vérifiée pour cette espèce. Trois cas de mortalité sont recensés en période automnale, une sous l'éolienne E02 et deux sous l'éolienne E04. Il s'agit de l'une des espèces les plus représentées dans le suivi en altitude réalisé en 2023.
Noctule commune	Non mentionné dans l'étude d'impact	2 individus (1 au 31/08/2023 ; 1 au 08/09/2023)	Deux cas de mortalité sont recensés en période de transit automnal, une sous E01 et une sous E04 mais aucune sensibilité n'a été établie dans l'étude d'impact alors qu'il s'agit de l'une des espèces les plus représentées dans le suivi en altitude réalisé en 2023.
Noctule de Leisler	Non mentionné dans l'étude d'impact	1 individu (18/08/2022)	Un cas de mortalité est recensé en période de transit automnale sous E02 mais aucune sensibilité n'a été établie dans l'étude d'impact alors qu'il s'agit de l'espèce la plus représentée dans le suivi en altitude réalisé en 2023.
Pipistrelle commune / Pipistrelle pygmée	Non mentionné dans l'étude d'impact - voir Pipistrelle commune	1 individu (31/08/2023)	Un cas de mortalité est recensé en période automnale sous E03 mais aucune sensibilité n'a été établie dans l'étude d'impact.

Rappelons ici que l'étude d'impact concluait à un risque moyen à faible de collision avec l'avifaune sur le parc les Clérimois, « *au regard des flux migratoires relativement diffus et peu prononcés* ». Parmi les mesures d'évitement et de réduction proposées, citons :

- Les éoliennes sont implantées sur une seule ligne avec 1 éoliennes sur les 4 implantées dans un secteur sensible (E04) ;
- Mettre en place des mâts pleins et opaques (pas de structure en treillis métalliques) ;
- Eviter les perturbations lumineuses pour l'avifaune,
- ...

Concernant l'implantation des éoliennes, l'éolienne E04 et, dans une moindre mesure, l'éolienne E01, présentent un risque de collision plus élevé avec les oiseaux migrateurs, d'après l'étude d'impact. En effet, l'étude d'impact reporte une migration diffuse avec des passages préférentiels au niveau de ces deux éoliennes. Au vu des données de mortalité brute pour les oiseaux, E03 est l'éolienne qui présente le plus grand danger, suivi de près par E04, alors qu'aucun cadavre n'a été retrouvé sous les deux autres éoliennes. Les estimés de mortalité montrent de fortes incertitudes pour E04. En 2022, les cadavres d'oiseaux avaient été retrouvés sous les éoliennes E02 et E03 uniquement. Ainsi, les suivis mortalité de 2022 et 2023 ne semblent pas montrer de risque accru de collision pour les éoliennes E04 et E01 tels que prédit par l'étude d'impact.

Le suivi post-implantation de 2023, comme celui de 2022, ne conclut pas à un impact significatif des éoliennes du parc sur l'avifaune, corroborant les conclusions de l'étude d'impact de 2007. Il ne reporte pas non plus de différence significative entre les éoliennes.

Concernant les chiroptères, l'étude d'impact de 2007 était très succincte pour ce groupe, avec des inventaires dont la méthodologie est peu robuste au regard de ce qui est réalisé actuellement. Sur la base de ces inventaires, les sensibilités avaient été estimées de faibles à moyennes. Le niveau de risque était considéré comme variable entre les éoliennes du parc, sur la base de leur éloignement aux lisières et au verger (risque considéré comme faible au-delà de 50 m), éléments attractifs localement. L'éolienne E01 était celle qui présentait alors le risque le plus élevé, considéré comme moyen, n'étant qu'éloignée de 100 m des boisements les plus

proches. L'éolienne E03 est celle qui était la plus proche du verger (130 m) mais le risque associé était considéré comme faible.

Eolienne	E1	E2	E3	E4
Distance par rapport à la lisière boisée	100 m	130 m	Supérieure à 150 m	Supérieure à 150 m
Distance par rapport au verger	Supérieure à 150 m	Supérieure à 150 m	130 m	Supérieure à 150 m
Niveau du risque de collision	Moyen	Faible	Faible	Très faible

Figure 22 : Tableau extrait de l'étude d'impact sur le risque de collision des chiroptères selon l'éloignement de chaque éolienne aux éléments attractifs proche du parc.

En effet, ces boisements, le verger et leurs lisières constituent des habitats de chasse importants pour les chiroptères qui les utilisent également comme guides dans leurs déplacements. De plus, les boisements renferment des potentialités de gîtes à chiroptères comme le précise l'étude d'impact : « Certains milieux sont fortement potentiels même dans le cadre d'étape de transit. Le Bois de la Ruelle d'Hausserie ainsi que le Bois du Bouchon comporte des arbres assez vieux et à cavités. Par ailleurs, de petites cavités souterraines sont présentes dans ces bois ; elles sont malheureusement inaccessibles. » Selon le suivi de 2022, les boisements alentours accueillent notamment des gîtes de Noctule de Leisler. Il s'agit d'une espèce arboricole qui apprécie notamment les cavités de feuillus. Cette espèce est la plus représentée lors du suivi en altitude de 2023, c'est l'espèce dont on dénombre le plus de cadavres sous les éoliennes en 2022 et un cadavre de cette dernière a été retrouvé en 2023.

En 2022, c'est l'éolienne E01 qui affiche la plus grande mortalité brute avec trois cadavres de Noctule de Leisler, laissant supposer un lien avec la distance aux boisements. En 2023, ce sont les éoliennes E01 et E03 qui présentent les estimés les plus faibles alors que E04 présente des chiffres plus élevés, montrant une relative décorrélation entre le risque de collision et la distance aux éléments attractifs. Cette observation pourrait être expliquée par le fait que les espèces de haut-vol sont moins sensibles aux motifs arborés du paysage dans leurs déplacements, et notamment au cours de la migration. Les potentialités de gîtes de la Noctule de Leisler dans les boisements proches du parc peuvent néanmoins augmenter le risque de collision pour cette espèce.

L'absence d'éclairage nocturne des éoliennes avait été proposée pour réduire le risque de mortalité des chiroptères. Par ailleurs, le volet spécifique aux chiroptères indiquait que la recommandation suivante pouvait être appliquée à l'issue des suivis post-implantation : « limiter le fonctionnement des éoliennes pendant les périodes d'activité maximale des chauves-souris, telle que la période de migration automnale ». Le bridage chiroptérologique présenté en 2022 et redéfini dans le présent rapport reprend et affine cette recommandation.

L'étude d'impact de 2007 a révélé la présence d'un passage préférentiel des oiseaux au niveau des vallons se situant dans le prolongement du verger (E04 est implantée au droit de ce secteur). De manière globale, aucun enjeu particulier n'avait été noté pour l'avifaune et l'étude concluait à une faible fréquentation du site d'implantation du projet par les chiroptères.

Pour les oiseaux, le niveau de risque de mortalité avait été correctement évalué au regard des observations et estimations réalisées en 2023. Parmi les espèces retrouvées sous les éoliennes, il y a notamment l'Alouette champs classé « quasi menacée » (NT) sur les listes rouges des oiseaux nicheurs en France et en Bourgogne et le Roitelet huppé classé « quasi menacée » (NT) en France.

Pour les chiroptères, le niveau de risque de collision avait été sous-évalué au regard des observations et estimations réalisées en 2023. De plus, la faible fréquentation du site d'implantation du projet par les chiroptères, telle que décrite dans l'étude d'impact, est contredite par les résultats du suivi en altitude de 2023. Certaines espèces comme la Noctule commune et la Noctule de Leisler n'avaient pas été recensées dans l'étude d'impact alors que ce sont les deux espèces les plus représentées en altitude en 2023 et que des cadavres de ces deux espèces ont été retrouvés au cours du suivi mortalité de cette même année. La proximité des boisements pourrait avoir une influence sur le risque de mortalité de la Noctule de Leisler en

2022 mais cette tendance n'est pas vérifiée en 2023, avec une décorrélation entre distance aux boisements et mortalité.

---

### 2.2.1 Analyse croisée avec les suivis post-implantation de 2013/2014 et 2022

Tableau 17 : Croisement des données de mortalité brute entre les suivis post-implantation

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité 2014	Nombre de cas de mortalité 2022	Nombre de cas de mortalité 2023	Analyse comparative
<b>Oiseaux</b>					
Alouette des champs	Espèce contactée en période de nidification (-4,5 couples), en périodes postnuptiale (798 ind. soit 1/3 de l'effectif total) et pré-nuptiale (307 ind. soit 20% du total).	-	1 individu (13/07/2022)	1 individu (16/06/2023)	Espèce sensible à l'éolien et le parc éolien Les Clérimois est implanté dans un habitat favorable à la reproduction de l'espèce. Les cas de mortalité sont d'ailleurs relevés en période de reproduction. Le rapport de la LPO Yonne de 2013 cherchant à étudier le comportement des espèces vis-à-vis des éoliennes, témoigne d'une habitude de l'Alouette des champs aux machines et à une activité de reproduction toujours importante au pied des éoliennes (chant).
Pigeon biset	Non mentionné dans l'étude d'impact	1 individu (30/10/2014)	1 individu (01/08/2022)	-	Espèce découverte en période postnuptiale, mais plutôt sédentaire. Probables individus d'une population locale, en transit ou quête alimentaire. L'espèce a été recensée lors du suivi d'activité de 2013, en période de reproduction.
Roitelet huppé	Non mentionné dans l'étude d'impact	-	-	1 individu (29/09/2023)	Espèce découverte en période postnuptiale, sensible à l'éolien et migratrice nocturne.
Rougequeue noir	Recensé comme nicheur sur le site, sans effectif associé	-	-	1 individu (29/09/2023)	Espèce découverte en période postnuptiale et migratrice partielle en France. L'espèce a été recensée lors du suivi d'activité de 2013, en période de reproduction.
Perdrix grise	Non mentionnée dans l'étude d'impact	1 individu (30/10/2014)	-	-	Espèce appartenant au petit gibier et souvent associée à des lâchers en période de chasse, ce qui était le cas au moment de la découverte du cadavre en 2014.
<b>Chiroptères</b>					
Pipistrelle commune	L'une des deux espèces recensées au cours des inventaires de l'étude d'impact	-	1 individu (13/07/2022)	3 individus (2 au 18/08/2023 ; 1 au 29/09/2023)	Fait partie des espèces les plus contactées au cours des écoutes en altitude de 2022 mais un seul cadavre est découvert au cours de ce suivi. En 2023, elle est également la troisième espèce la plus active en altitude. Elle est considérée comme sensible à l'éolien et c'est l'espèce pour laquelle on dénombre le plus de découvertes de cadavre. La période de plus forte sensibilité sur le parc est la période automnale

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité 2014	Nombre de cas de mortalité 2022	Nombre de cas de mortalité 2023	Analyse comparative
					(rassemblement, reproduction et migration).
Noctule commune	Non mentionnée dans l'étude d'impact	-	1 individu (22/08/2022)	2 individus (1 au 31/08/2023 ; 1 au 08/09/2023)	Fait partie des espèces les plus contactées au cours des écoutes en altitude de 2022. En 2023, elle est également la seconde espèce la plus active en altitude. Elle est considérée comme très sensible à l'éolien. La période de plus forte sensibilité sur le parc est la période automnale (rassemblement, reproduction et migration).
Noctule de Leilser	Non mentionnée dans l'étude d'impact	-	4 individus (2 au 13/07/2022 ; 1 au 16/08/2022 ; 1 au 22/08/2022)	1 individu (18/08/2022)	Fait partie des espèces les plus contactées au cours des écoutes en altitude de 2022. L'étude de 2022 indique que les boisements proches du parc accueillent des gîtes arboricoles de l'espèce. En 2022, elle est l'espèce pour laquelle on dénombre le plus de cadavres. En 2023, elle est également la première espèce la plus active en altitude. Elle est considérée comme très sensible à l'éolien. Seul un cadavre de l'espèce est pourtant retrouvé sous les éoliennes. La période de plus forte sensibilité sur le parc est la période automnale (rassemblement, reproduction et migration).
Pipistrelle commune/ Pipistrelle pygmée	Non mentionné dans l'étude d'impact - voir Pipistrelle commune	-	-	1 individu (31/08/2023)	Le groupe n'est pas clairement identifié dans les études antérieures. Voir Pipistrelle commune.

Tableau 18 : Croisement des informations sur l'estimation de la mortalité issues des deux années de suivi

	Suivi post-implantation de 2014	Suivi post-implantation de 2022	Suivi post-implantation de 2023
Période de suivi	3 sessions de 4 passages : <ul style="list-style-type: none"> <li>du 12 au 22 mai 2014 ;</li> <li>du 22 septembre au 1<sup>er</sup> octobre ;</li> </ul>	24 passages entre la semaine 20 (semaine du 17/05/22) à la semaine 43 (semaine du 26/10/22)	24 passages entre la semaine 20 (19 mai 2023) et la semaine 43 (27 octobre 2023)

	● du 27 octobre au 7 novembre.					
Nombre de jours de suivi	12 passages selon un suivi discontinu mais réalisé sous les 4 éoliennes.		162 jours (1 passage par semaine ; suivi réalisé sous les 4 éoliennes)		161 jours (1 passage par semaine ; suivi réalisé sous les 4 éoliennes)	
Test de prédation	1 test de 20 carcasses déposées sur tout le parc.		Deux tests de prédation (12 carcasses utilisées à chaque fois) ont été réalisés au cours de ce suivi, le 19 juillet et le 3 octobre 2022.		2 tests réalisés (60 cadavres de jeunes rats répartis de manière aléatoire sous chaque éolienne du parc) le 21/08/2023 et le 09/10/2023	
Test d'efficacité	1 test avec 20 carcasses (leurres) déposés sur tout le parc.		Deux tests d'efficacité de recherche ont été réalisés au cours du suivi (avec 13 et 15 leurres respectivement).		2 tests réalisés le 18/08/2023 et le 06/10/2023 sur l'ensemble des surfaces prospectables sous l'ensemble des éoliennes (180 leurres en tout)	
Nombre total d'espèces impactées (nombre total d'individus)	Oiseaux	Chiroptères	Oiseaux	Chiroptères	Oiseaux	Chiroptères
	2 (2)	0 (0)	2 (2)	3 (6)	3 (3)	7 (3 + 1 groupe)
Huso (2010)	Sessions 1 et 2 : 0 Session 3 : 31,40	0 sur les trois sessions	29 [0 ; 86]	Période 1 : 39 [0 ; 147] Période 2 : 20 [0 ; 45]	43 [11 ; 105]	103 [44 ; 119]
Erickson et al. (2000)	Sessions 1 et 2 : 0 Session 3 : 11,60	0 sur les trois sessions	26 [0 ; 58]	Période 1 : 37 [0 ; 105] Période 2 : 19 [0 ; 43]	38 [11 ; 103]	100 [45 ; 197]
Korner-Nievergelt et al. (2011)	-	-	-	-	55 [12 ; 144]	157 [67 ; 302]
Jones (2009)	Sessions 1 et 2 : 0 Session 3 : 31,68	0 sur les trois sessions	66 [0 ; 304]	Période 1 : 74 [0 ; 400] Période 2 : 33 [0 ; 87]	-	-
LPO WINKELMAN	Sessions 1 et 2 : 0 Session 3 : 38,70	0 sur les trois sessions	-	-	-	-

On peut remarquer des variations entre les espèces recensées au cours de ces suivis mortalité. Pour les oiseaux, les seules différences concernent le Pigeon biset, non retrouvé en 2023, et le Roitelet huppé ainsi que le Rougequeue noir, non recensés en 2022 et en 2014. Les effectifs sont proches entre 2022 et 2023 mais légèrement inférieurs en 2022 alors que l'effort de prospection est quasiment identique. Concernant les chiroptères, les suivis de 2022 et de 2023 montrent la même composition spécifique. Le suivi de 2014 ne permet pas de recenser de chiroptère, mais il est basé sur un protocole différent des deux suivis des années 2020.

---

L'impact du parc sur l'Alouette des champs et sur les trois espèces de chiroptères semblent donc persistant entre les années de suivi 2022 et 2023.

---

En 2022, deux cadavres de chiroptères sont découverts à la mi-juillet alors qu'aucun cadavre de ce groupe n'est découvert avant la mi-août en 2023. Les autres découvertes sont bien réalisées en période automnale pour les chiroptères (août-septembre) que ce soit en 2022 ou 2023, confirmant que c'est bien la période de plus grande sensibilité pour ce groupe. Concernant l'avifaune, l'Alouette des champs montre une sensibilité apparemment plus importante au cours de l'été, sans qu'une tendance claire puisse être établie sur la base des deux seules découvertes de l'espèce en 2022 et en 2023. Les autres découvertes de cadavres d'oiseaux sont plutôt associées à la période postnuptiale.

Les éoliennes en cause ne sont pas les mêmes au cours des deux suivis de 2022 et de 2023. En effet, en 2022 c'est l'éolienne E01 qui a l'impact le plus important sur les chiroptères (3 cadavres) et les trois autres sont équivalentes (1 cadavre chacune). En 2023, c'est l'éolienne E04 qui a le plus fort impact (3 cadavres), suivie de l'éolienne E02 (2 cadavres) et les deux dernières sont équivalentes (1 cadavre chacune). La tendance est donc différente entre ces deux suivis. Concernant l'avifaune, E02 et E03 sont en cause en 2022 alors que c'est E03 et E04 en 2023. Avec 3 cadavres découverts en 2 ans, E03 pourrait avoir un impact plus important que les autres éoliennes sur l'avifaune mais cette tendance ne peut être confirmée au vu du faible nombre de cadavres découverts.

---

Les deux suivis de 2022 et de 2023 sont comparables : les méthodologies de prospection, de test et d'estimation de la mortalité sont assez proches mais des différences ont été relevées notamment en ce qui concerne l'évaluation de l'efficacité de recherche.

On peut relever que la mortalité estimée en 2023 est plus élevée que celle estimée en 2022 pour les deux groupes, et sur la base des mêmes formules. La mortalité brute est d'ailleurs également plus élevée en 2023 qu'en 2022 corroborant cette tendance.

La mortalité est considérée non significative pour l'avifaune en 2022 comme en 2023. A l'inverse, ces deux années de suivi attestent d'une mortalité significative pour les chiroptères. Cette deuxième conclusion est basée autant sur la mortalité estimée pour ce groupe (au-dessus des valeurs de la bibliographie) que sur les enjeux associés aux espèces retrouvées sous les éoliennes, comme la Noctule commune, classée « vulnérable » au niveau national.

La mise en place d'un bridage chiroptérologique à l'issue du suivi de 2022, basé sur le croisement des paramètres météo et de l'activité des chiroptères enregistrés en nacelle de l'éolienne E02 au cours de ce même suivi, **ne semble donc pas avoir permis une réduction suffisante de l'impact du parc sur ce groupe**. En effet, le suivi mortalité de 2023 atteste d'une mortalité significative.

Cependant l'activité enregistrée en altitude en 2022 était près de deux fois inférieure à celle relevée en 2023 sur la même éolienne, suggérant potentiellement une forte variabilité interannuelle. Le suivi de 2023 doit alors être l'occasion de redéfinir des paramètres de bridage permettant de réduire l'impact du parc sur ce groupe.

---

## 2.2.2 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 de l'éolienne E02 à 78 mètres du 17 avril au 6 novembre 2023. Le nombre de nuits d'enregistrement des activités de chiroptères à hauteur de nacelle est de 203 nuits. Le suivi de mortalité a permis de découvrir 7 chiroptères dont deux au niveau de l'éolienne E02.

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

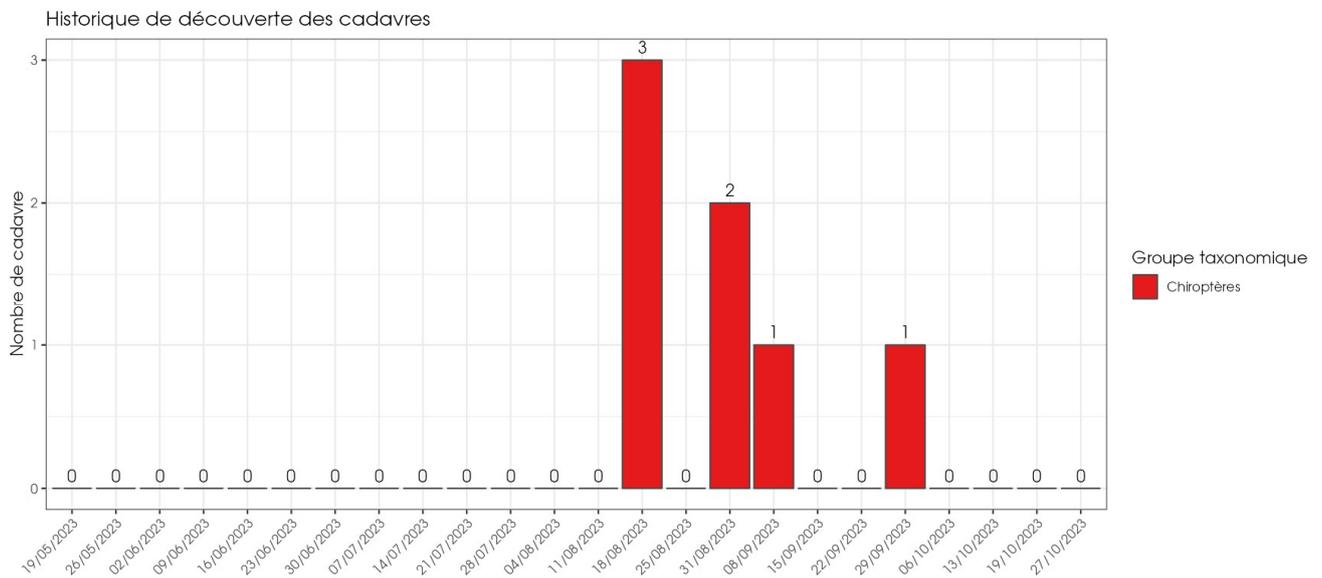


Figure 23 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du Parc éolien Les Clérimois

Le nombre global de cadavres de chiroptères découverts durant le suivi de mortalité a été assez important (n = 7). Les découvertes se sont déroulées de mi-août à fin septembre avec un pic au mois d'août.

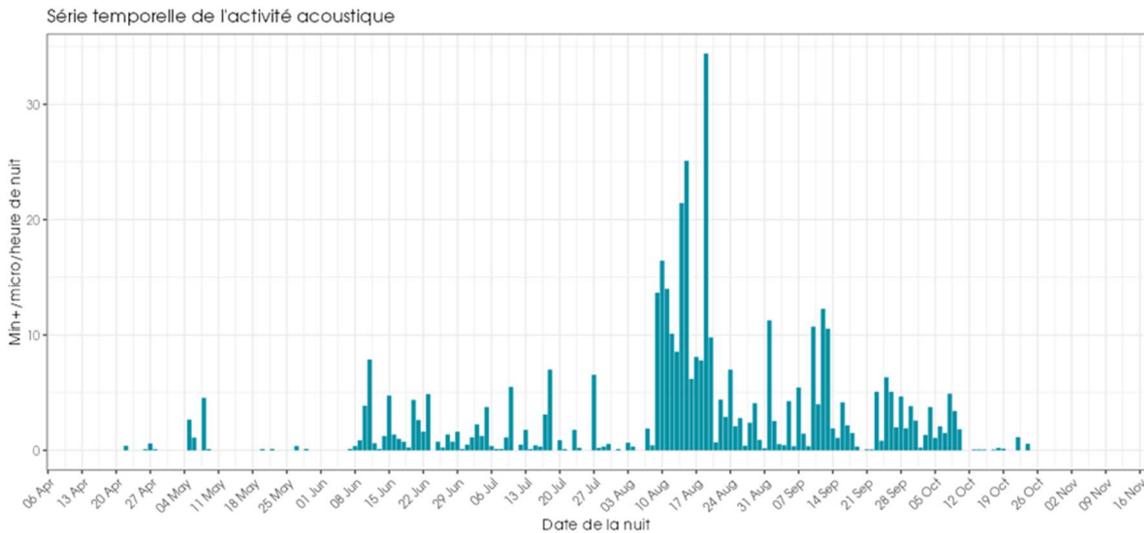


Figure 24 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E02 sur la période de réalisation du suivi mortalité

L'activité enregistrée en nacelle de l'éolienne E02 du Parc éolien Les Clérimois débute à partir de fin avril. Elle est répartie relativement régulièrement sur la période estivale de juin à fin juillet. Sur la période automnale allant d'août à fin septembre, l'activité augmente fortement avant de diminuer jusqu'à novembre. Le pic d'activité se concentre en 2023 au milieu du mois d'août. Le patron d'activité des chiroptères décrit lors du suivi 2022 était proche de celui-ci avec un pic d'activité au même moment de l'année.

La phénologie des découvertes de cadavres et celle de l'activité acoustique semblent concorder : tous les cadavres ont été découverts après la mi-août avec un pic découverte à la mi-août, alors que l'activité des chiroptères, toutes espèces confondues, est également maximale.

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

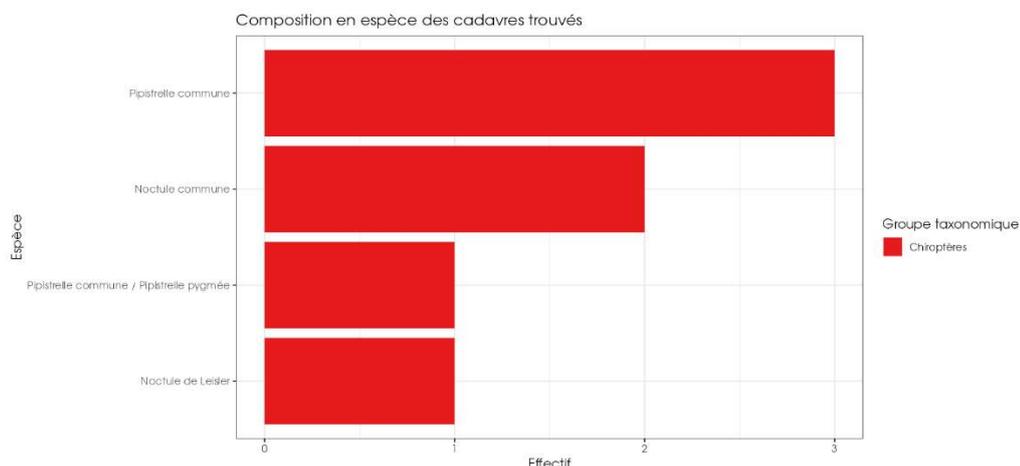


Figure 25 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du Parc éolien Les Clérimois

Pour le suivi de mortalité, les observations ont principalement concerné la Pipistrelle commune (n = 3) répartie sur l'ensemble du suivi, la Noctule commune (n = 2), la Noctule de Leisler (n = 1) et une Pipistrelle commune/Pipistrelle pygmée trop détériorée pour identifier l'espèce (n = 1).

Tableau 19 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur l'éolienne E2 sur la période de réalisation du suivi mortalité des Clérimois en 2023.

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Nombre de contacts de 5 sec.	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	3624	32,7%	1039	22,7%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	5627	50,8%	2472	54,0%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées <i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus</i> sp.	326	2,9%	234	5,1%
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1152	10,4%	682	14,9%
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	10	0,1%	5	0,1%
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	61	0,6%	30	0,7%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius <i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>P. nathusii</i> .	269	2,4%	116	2,5%
<b>Total</b>	<b>11069</b>	<b>100,0%</b>	<b>4578</b>	<b>100,0%</b>

Pour le suivi acoustique, les espèces les plus fréquemment contactées sont la Noctule de Leisler avec 54% des contacts, suivie de la Noctule commune avec environ 23% et la Pipistrelle commune avec 15%. Seulement 5,1% des contacts sont attribués au groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées, 2,5% au groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius, 0,7% à la Pipistrelle de Nathusius et 0,1% à la Pipistrelle de Kuhl.

Les principales espèces découvertes dans le cadre du suivi mortalité ont également été détectées lors du suivi acoustique (Noctule de Leisler, Noctule commune et Pipistrelle commune). Toutefois, l'espèce la plus contactée lors du suivi acoustique n'a fait l'objet que d'une seule découverte durant le suivi mortalité (Noctule de Leisler). Lors du précédent suivi de 2022, la Noctule de Leisler était également la plus active mais aussi la plus impactée par le parc d'après les données de mortalité brute, avec deux cas de mortalité à la mi-juillet et deux autres au cours de la seconde moitié du mois d'août. L'impossibilité de prospecter une grande partie des surfaces sous les éoliennes au cours du mois de juillet pourrait expliquer l'absence de données, sans que cette hypothèse puisse être vérifiée.

### 2.2.2.3 Phénologie des contacts pour les espèces retrouvées lors du suivi mortalité

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

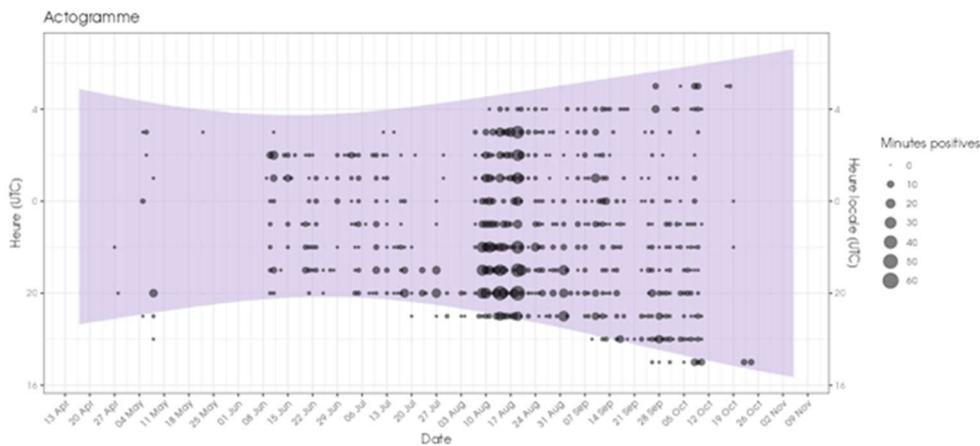


Figure 26 : Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité.

La Noctule de Leisler domine le peuplement chiroptérologique avec 54% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Son activité est très forte en toutes saisons. Un pic d'activité est visible au mois d'août. C'est au cours de ce pic qu'un cadavre de l'espèce a été découvert sous l'éolienne E02. L'activité de l'espèce semble se prolonger toute la nuit, signe d'une activité de chasse. De plus, le suivi de 2022 a permis de mettre en évidence la présence de gîtes de l'espèce à proximité du parc.

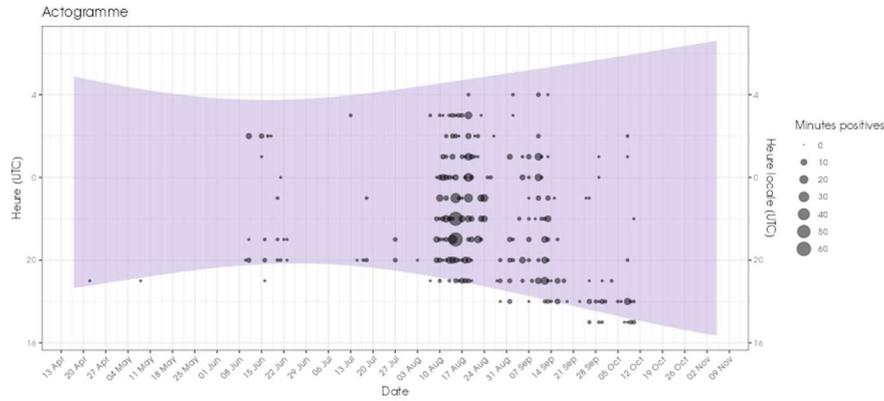


Figure 27 : Actogramme de la Noctule commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

La Noctule commune est la seconde espèce la plus présente avec 23% des « minutes positives » de chauves-souris enregistrées en altitude. Elle est très peu présente au printemps mais devient très abondante à partir du mois d'août. Son activité est moyenne au printemps mais très forte en été et en automne d'après le référentiel altitude. L'espèce montre une période d'activité importante à la mi-août et une autre début septembre. C'est au cours de ces deux périodes qu'on été retrouvés les deux cadavres de l'espèce (31/08 sous E01 et 08/09 sous E04).

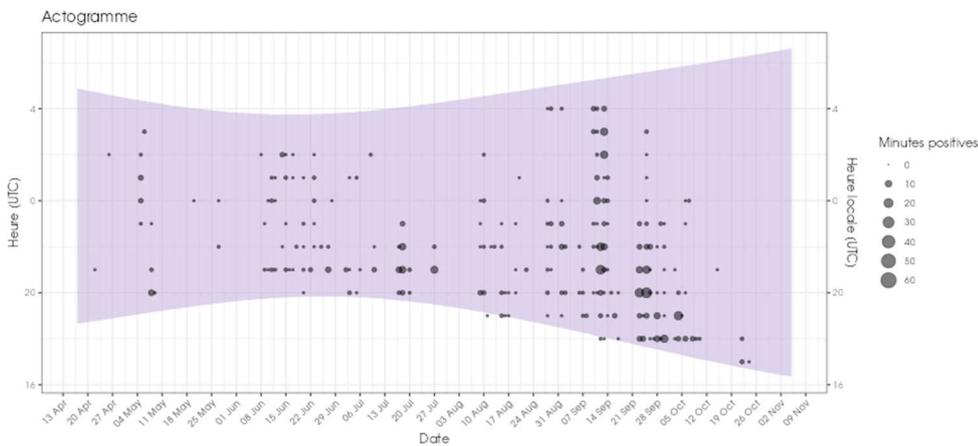


Figure 28 : Actogramme de la Pipistrelle commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin) et les enregistrements acoustiques manquants en gris par une bande verticale (correspondants aux nuits sans données)

La Pipistrelle commune est également bien représentée avec 15 % du total des minutes positives obtenues. Elle a une activité passant de moyenne à très forte entre le printemps et l'automne. Bien que l'espèce semble montrer une activité plus importante au cours du début du mois de septembre, aucun cadavre de l'espèce n'a été découvert à cette période. Les cadavres de pipistrelles ont été découverts entre mi-août et fin septembre.

Le bilan de la phénologie des découvertes de cadavres est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 20 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces

Date	13/08	18/08	20/08	22/08	23/08	Total général
Pipistrelle commune	2				1	3
Noctule commune		1	1			2
Noctule de Leisler	1					1
Pipistrelle commune / Pipistrelle pygmée		1				1
<b>Total général</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7</b>

### 2.2.2.1 Bilan du croisement des informations des deux suivis moralité/acoustique

Les espèces découvertes durant le suivi de mortalité correspondent aux principales espèces identifiées durant le suivi acoustique :

- La Noctule de Leisler est l'espèce la plus présente dans le suivi d'activité mais un seul cadavre a été découvert sous les éoliennes ;
- La Noctule commune est la seconde espèce la plus représentée dans le suivi d'activité en nacelle et elle est la seconde espèce rencontrée dans le suivi mortalité ;
- La Pipistrelle commune est la troisième espèce la plus représentée dans le suivi d'activité en nacelle mais la première espèce recensée lors du suivi mortalité, en nombre d'individus. Un cadavre de pipistrelle a d'ailleurs été découvert sans pouvoir être associée à une espèce précise du groupe, du fait de son état de dégradation avancée. Il pourrait néanmoins s'agir d'une Pipistrelle commune ou d'une Pipistrelle pygmée ;

Au niveau de la phénologie, les cadavres ont été découverts entre mi-août et fin septembre, période au cours de laquelle le suivi en nacelle montre un pic d'activité des chiroptères, et, singulièrement, des espèces retrouvées au cours du suivi mortalité.

Sur les 7 chiroptères retrouvés durant le suivi de mortalité, seuls 2 cadavres ont été retrouvés au niveau de l'éolienne E02 équipée de l'enregistreur automatisé, ce qui limite le croisement des informations .

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

### 2.2.3 Autres facteurs d'impact

Le parc éolien Les Clérimois est situé à proximité immédiate de la ZSC Pelouses à orchidées et habitats à chauve-souris des vallées de l'Yonne et de la Vanne (n° FR2601005). Quatre espèces de chiroptères sont à l'origine de la désignation de ce site : Grand Rhinolophe, Murin à oreilles échancrées, Murin de Bechstein et Grand Murin. Aucune de ces espèces n'est considérée comme sensible à l'éolien et aucun cas de mortalité n'est relevé pour ces dernières. Ainsi ce facteur d'impact qui aurait pu être très important n'apporte pas d'éléments aidant à la compréhension des phénomènes observés.

## 2.3 Mesures correctives

Concernant l'avifaune, des mesures correctives ne semblent pas nécessaires car, l'impact n'est pas significatif.

Concernant les chiroptères, le bridage mis en place en 2023 avait une efficacité prévisionnelle uniforme au cours des saisons et selon les groupes d'espèces lorsqu'il est appliqué sur les données récoltées en 2022 par Auddicé. Ce bridage a été mis en place pour couvrir 90% des contacts. Le bridage a été effectif à partir du 19 juin 2023, soit 35 jours après le début du suivi. Notons qu'aucun cadavre de chiroptère n'a été retrouvé sur cette période.

Le bridage a été mis en place sur l'ensemble des éoliennes du parc, avec les paramètres suivants :

- Vent : < 5.5 m/s ;
- Température : > 16°C ;
- Du coucher au lever du soleil.

Toutefois, ce même bridage appliqué sur les données récoltées en 2023 n'affiche pas la même efficacité. En effet, l'efficacité sur le jeu de données 2022 atteint les 86% mais descend à 68% sur les données 2023. Sur ce même jeu de données 2023, l'efficacité calculée n'est pas constante au cours des saisons et descend à 22% sur la période de printemps et à 64% en été.

**Le bridage doit donc être redéfini pour atteindre un seuil d'efficacité plus élevé.**

Plusieurs scénarii ont été définis et évalués ci-dessus, sur la base de l'activité des chauves-souris mesurée en 2023 au niveau de la nacelle l'éolienne E02.

Pour l'évaluation de ces scénarii, le nombre de minutes positives total est légèrement inférieur à celui observé et mentionné dans l'étude. Ceci est dû au fait que pour certains contacts, les capteurs météorologiques des éoliennes n'ont pas fait remonter de données de vitesse de vent et températures. Le nombre de contacts total reste néanmoins suffisant pour évaluer les bridages. Le total de minutes positives associé avec des données météo étant de 4 572 au lieu 4 578.

Les paramètres considérés ci-après correspondent aux conditions cumulatives, c'est-à-dire que l'asservissement n'est mis en œuvre que lorsque les 4 conditions sont réunies simultanément.

Tableau 21 : Simulation du bridage avec de nouveaux paramètres pour le parc éoliens des Clérimois issue des données 2023.

	Scenario 1	Scenario 2
Période de mise en service du bridage	Du 15 avril au 31 octobre, correspondant à la période d'activité des chiroptères en altitude	
Seuil de température	Par des températures supérieures ou égales à 16°C	Par des températures supérieures ou égales à 14°C
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6,4 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6,8 m/s</u>

	Scenario 1	Scenario 2
Nombre d'heures durant la nuit	1 heure avant le coucher du soleil au lever du soleil	
Proportion d'activité chiroptérologique <b>toutes espèces</b> (en %) couverte par le modèle sur la période concernée.  Nombre de minutes positives restant à risque.	<b>82,3%</b>  807 minutes sur 4 572 toutes espèces confondues	<b>90,5%</b>  433 minutes sur 4 572 toutes espèces confondues
Proportion d'activité de <b>Noctules et Sérotines/Noctules</b> couverte par les arrêts machines sur l'ensemble de la période concernée  Nombre de minutes positives restant à risque	<b>83,4%</b>  619 minutes sur 3 740 minutes de présence des sérotine / noctules	<b>90,2%</b>  365 minutes sur 3 740 minutes de présence des sérotine / noctules
Proportion d'activité de <b>Pipistrelles</b> couverte par les arrêts machines sur l'ensemble de la période concernée  Nombre de minutes positives restant à risque	<b>77,4 %</b>  170 minutes sur les 832 minutes de présences des Pipistrelles	<b>91,8%</b>  68 minutes sur les 832 minutes de présences des Pipistrelles
Proportion d'activité chiroptérologique <b>toutes espèces confondues</b> couverte par les arrêts machines au <b>printemps (avril-mai)</b>  Nombre de minutes positives restant à risque	<b>40,0%</b>  57 minutes sur les 95 minutes de présences de chauves-souris au printemps	<b>92,6%</b>  7 minutes sur les 95 minutes de présences de chauves-souris au printemps
Proportion d'activité chiroptérologique <b>toutes espèces confondues</b> couverte par les arrêts machines en <b>été (juin-juillet)</b>  Nombre de minutes positives restant à risque	<b>76,5%</b>  166 minutes sur les 705 minutes de présences de chauves-souris en été	<b>84,3%</b>  111 minutes sur les 705 minutes de présences de chauves-souris en été
Proportion d'activité chiroptérologique <b>toutes espèces confondues</b> couverte par les arrêts machines en <b>automne (août à octobre)</b>  Nombre de minutes positives restant à risque	<b>84,5%</b>  584 minutes sur les 3 772 minutes de présences de chauves-souris à l'automne	<b>91,6%</b>  315 minutes sur les 3 772 minutes de présences de chauves-souris à l'automne

Scenario 3			
Période de mise en service du bridage	Du 15 avril au 31 mai	Du 1 <sup>er</sup> juin au 31 juillet	Du 1 <sup>er</sup> août au 31 octobre
Seuil de température	Par des températures supérieures ou égales à 14 °C	Par des températures supérieures ou égales à 14 °C	Par des températures supérieures ou égales à 12 °C
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6,8 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>6,8 m/s</u>	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à <u>7,5m/s</u>
Nombre d'heures durant la nuit	1 heure avant le coucher du soleil au lever du soleil		
Proportion d'activité chiroptérologique <b>toutes espèces</b> (en %) couverte par le modèle sur l'ensemble période concernée.  Nombre de minutes positives restant à risque.	<p style="text-align: center;">95,2%</p> <p style="text-align: center;">218 minutes sur 4 354 toutes espèces confondues</p>		
Proportion d'activité chiroptérologique <b>toutes espèces</b> (en %) couverte par le modèle sur la période concernée.  Nombre de minutes positives restant à risque.	<p style="text-align: center;">92,6%</p> <p>7 minutes sur 95 toutes espèces confondues</p>	<p style="text-align: center;">88,4%</p> <p>82 minutes sur 705 toutes espèces confondues</p>	<p style="text-align: center;">96,6%</p> <p>129 minutes sur 3 643 toutes espèces confondues</p>
Proportion d'activité de <b>Noctules et Sérotines/Noctules</b> couverte par les arrêts machines sur l'ensemble de la période concernée  Nombre de minutes positives restant à risque	<p style="text-align: center;">91,3%</p> <p>4 minutes sur 46 minutes de présence des sérotine / noctules</p>	<p style="text-align: center;">86,5%</p> <p>70 minutes sur 520 minutes de présence des sérotine / noctules</p>	<p style="text-align: center;">95,3%</p> <p>149 minutes sur 3174 minutes de présence des sérotine / noctules</p>
Proportion d'activité de <b>Pipistrelles</b> couverte par les arrêts machines sur l'ensemble de la période concernée  Nombre de minutes positives restant à risque	<p style="text-align: center;">93,9 %</p> <p>3 minutes sur les 46 minutes de présences des Pipistrelles</p>	<p style="text-align: center;">93,5 %</p> <p>12 minutes sur les 185 minutes de présences des Pipistrelles</p>	<p style="text-align: center;">97,0 %</p> <p>18 minutes sur les 598 minutes de présences des Pipistrelles</p>

---

En 2024, nous recommandons de mettre en œuvre le protocole de bridage correspondant au scénario 3. Ce bridage permet de couvrir 95,2% de l'activité toutes espèces confondues et de laisser 218 minutes à risque. Il permet surtout de couvrir plus de 90% de l'activité des Noctules communes. Les nouveaux paramètres de bridage feront l'objet d'une évaluation de leur efficacité lors d'un suivi mortalité et un suivi de l'activité en altitude qui aura lieu en 2024.

---

## 3 Bibliographie

- AKAIKE, Hirotugu. A new look at the statistical model identification. IEEE transactions on automatic control, 1974, vol. 19, no 6, p. 716-723. 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. (2015). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, 544 p.
- BAERWALD E. & BARCLAY R., 2009. – Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. – Journal of Mammalogy 90(6), p. 1341-1349.
- BARRIENTOS, Rafael, MARTINS, Ricardo C., ASCENSÃO, Fernando, et al. A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies. Biological conservation, 2018, vol. 222, p. 146-153.
- BORNER, L., DURIEZ, Olivier, BESNARD, A., et al. Bird collision with power lines: estimating carcass persistence and detection associated with ground search surveys. Ecosphere, 2017, vol. 8, no 11, p. e01966.
- BROWN R. ET AL. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.
- DALTHORP, D., MADSEN, L., HUSO, M., RABIE, P., WOLPERT, R., STUDYVIN, J., SIMONIS, J., and MINTZ, J., 2018, GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 7, chap. A2, 13 p., <https://doi.org/10.3133/tm7A2>.
- DIETZ, C. ET VON HELVERSEN, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.
- DOMÍNGUEZ DEL VALLE, Jon, CERVANTES PERALTA, Francisco, et JAQUERO ARJONA, María I. Factors affecting carcass detection at wind farms using dogs and human searchers. Journal of Applied Ecology, 2020, vol. 57, no 10, p. 1926-1935.
- DÜRR, T. (2023). Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe.
- ERICKSON, W.P.; JOHSON, G.D.; STRICKLAND, M.; KRONNER, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.
- FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.
- FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.

- GAULTIER, S.P., MARX, G., & ROUX, D., 2019. Éoliennes et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. Office national de la chasse et de la faune sauvage/LPO. 120 p. [https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo\\_oncfs\\_2019.pdf](https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf)
- GAULTIER, Simon P., BLOMBERG, Anna S., IJÄS, Asko, et al. Bats and wind farms: The role and importance of the Baltic Sea countries in the European context of power transition and biodiversity conservation. *Environmental Science & Technology*, 2020, vol. 54, no 17, p. 10385-10398.
- HARTER N. 2015. Eoliennes et mortalité des chiroptères : synthèse des résultats du suivi d'une quinzaine de parcs éoliens en Champagne-Ardenne. Rencontre chiroptères Grand-Est, Saint-Brisson, 16-18 octobre 2015. 15p.
- HUSO, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052 19 p.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe: A review of banding data and literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* No. 28: 1-172.
- KORNER-NIEVERGELT, F., KORNER-NIEVERGELT, P., BEHR, O., et al. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology*, vol. 17, no 4, p. 350-363.
- KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN, R., NIERMANN, I. & BEHR, O. (2013). Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. *PLoS ONE* 8(7), e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997.
- KORNER-NIEVERGELT F, BEHR O, BRINKMANN R, ETTERSON MA, HUSO MM, DALTHORP D, KORNER-NIEVERGELT P, ROTH T and NIERMANN I (2015). "Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial." *Wildlife Biology*, pp. 30-43.
- LABROSSE, A. (2009). Determining factors affecting carcass removal and searching efficiency during the post-construction monitoring of wind farms. University of Northern British Columbia.
- MARCHESI, P., BLANT, M. ET CAPT, S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.
- MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ENERGIE (MEDDE), 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre, Novembre 2015, 40p.
- PONCE, Carlos, ALONSO, Juan Carlos, ARGANDOÑA, Gonzalo, et al. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation*, 2010, vol. 13, no 6, p. 603-612.
- REYES, Gabriel A., RODRIGUEZ, Meredith J., LINDKE, Kenneth T., et al. Searcher efficiency and survey coverage affect precision of fatality estimates. *The Journal of Wildlife Management*, 2016, vol. 80, no 8, p. 1488-1496.
- RYDELL, J, OTTVALL, R, PETTERSSON, S, & GREEN M. (2017) The effects of wind power on birds and bats, an updated synthesis report 2017, Swedish Environmental Protection Agency. ISBN 978-91-620-6791-5, ISSN 0282-7298, 129p.
- SMALLWOOD, K. Shawn. Estimating wind turbine-caused bird mortality. *The Journal of Wildlife Management*, 2007, vol. 71, no 8, p. 2781-2791.
- 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.

### Sites Internet

- DURR, 2022:  
<https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/#>

## 4 Annexes

### Annexe I : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
16/06/2023	E03	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Prédation ou charognage cadavre post collision	40 m
18/08/2023	E04	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	En décomposition	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	50 m
18/08/2023	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Immature	Femelle probable	Barotraumatisme	10 m
18/08/2023	E02	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	9 m
31/08/2023	E01	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	32 m
31/08/2023	E03	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> / <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle commune / Pipistrelle pygmée	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	20 m
08/09/2023	E04	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	En décomposition	Adulte	Mâle probable	Barotraumatisme	15 m
29/09/2023	E04	<i>Phoenicurus ochrurus</i>	Rougequeue noir	Frais	Immature	Femelle probable	Barotraumatisme	13 m
29/09/2023	E04	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	12 m
29/09/2023	E03	<i>Regulus regulus</i>	Roitelet huppé	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	40 m

## Annexe II : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité

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

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

« Arrêté du 22 juin 2020 - art. 9 a modifié les dispositions suivantes :

Modifie Arrêté du 26 août 2011 - art. 12 (V) , L'article 12 est remplacé par : »

« Art. 12.-L'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Sauf cas particulier justifié et faisant l'objet d'un accord du Préfet, ce suivi doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. Dans le cas d'une dérogation accordée par le Préfet, le suivi doit débuter au plus tard dans les 24 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation. « Ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation. « Le suivi mis en place par l'exploitant est conforme au protocole de suivi environnemental reconnu par le ministre chargé des installations classées. « Les données brutes collectées dans le cadre du suivi environnemental sont versées, par l'exploitant ou toute personne qu'il aura mandatée à cette fin, dans l'outil de télé-service de « dépôt légal de données de biodiversité » créé en application de l'arrêté du 17 mai 2018. Le versement de données est effectué concomitamment à la transmission de chaque rapport de suivi environnemental à l'inspection des installations classées imposée au II de l'article 2.3. Lorsque ces données sont antérieures à la date de mise en ligne de l'outil de télé-service, elles doivent être versées dans un délai de 6 mois à compter de la date de mise en ligne de cet outil. « Dans le cas d'un projet de renouvellement d'une installation existante, autre qu'un renouvellement à l'identique ou une extension au sens de l'article R. 181-46-I du code de l'environnement, l'exploitant met en place un suivi environnemental, permettant d'atteindre les objectifs visés au 1er alinéa du présent article, dans les 3 ans qui précèdent le dépôt du porter à connaissance au préfet prévu par l'article R. 181-46 du code de l'environnement.

## Annexe III : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale

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

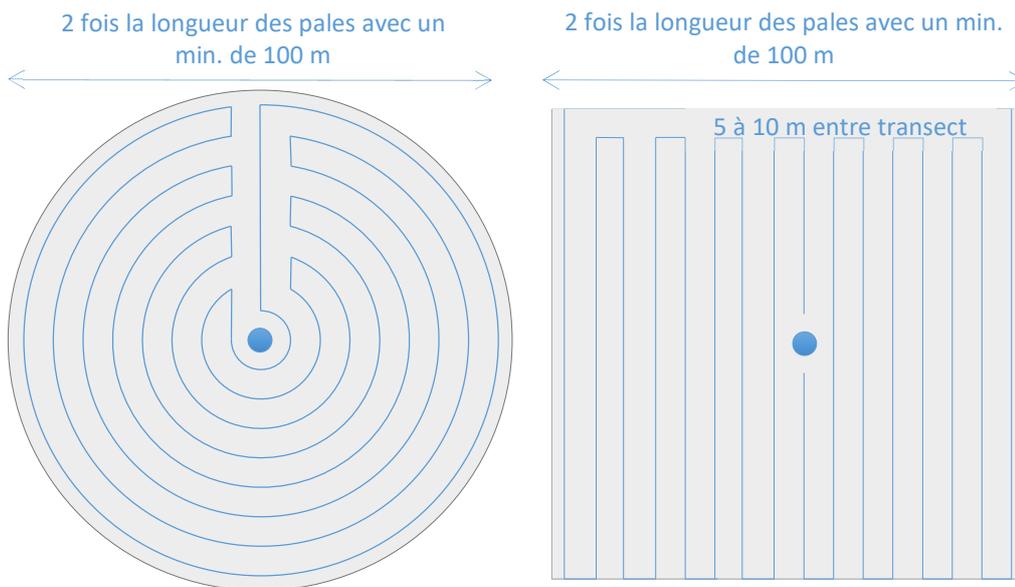


Figure 30 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).

## Annexe IV : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques

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.

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.

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

**Le principe général des estimations par éolienne est le suivant :**

$$Ne = Nd / ( a \times P(s,f) )$$

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

**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 éolienne (**Nd**) ainsi qu'à la surface moyenne prospectée (**a**), il est possible d'estimer la mortalité réelle. Ainsi **a x P(s,f) correspond une probabilité globale de détection des cadavres**.

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.

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

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

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

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

## Annexe V : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%

- L'AIC est l'anagramme du critère d'information d'Akaike, (en anglais Akaike information criterion ou AIC). Il s'agit d'un indice calculé pour évaluer la qualité d'un modèle statistique proposée par Hirotugu Akaike en 1973. Cet indice permet de comparer plusieurs modèles sur une base objective et notamment en pénalisant les modèles en fonction du nombre de paramètres (complexification) afin de satisfaire le critère de parcimonie. Les modèles avec une valeur d'AIC la plus faible sont les plus pertinents à sélectionner. L'AIC weight permet de classer les modèles par leur pourcentage d'intérêt relativement aux autres par pondération des valeurs d'AIC.
- L'intervalle de confiance à 95% se caractérise par une borne basse et haute entre lesquelles la valeur réelle (et estimée statistiquement) a 95% de chance de se situer.

## Annexe VI : Déclaration mortalité – Fiches d'incidents



Parc éolien – Déclaration de Mortalité  
Procédure administrative - Octobre 2021

### Fiche Incident : Déclaration de mortalité

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

#### 1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	08/09/2023
Rédacteur (Point contact administration)	Lucas BAUDEQUIN Tél : +33748839817 Mail : lbaudequin@biotope.fr
Coordonnées de l'exploitant ICPE, titulaire des autorisations	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

#### 2. Données brutes

Date de découverte de l'individu	31/08/2023
Nom et qualité de la personne ayant découvert l'individu	Bureau d'études naturalistes BIOTOPE <input type="checkbox"/> Promeneur / Riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'Etude <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Cadre de découverte de l'individu	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'individu a été découvert :           <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental</li> <li><input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</li> </ul> </li> <li>Coordonnées du lieu de découverte (a minima commune / département) : Les Clérinois</li> <li>Numéro de l'éolienne : E01</li> <li>Distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 32</li> <li>Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Nord-ouest</li> <li>Estimation de la date de la mort de l'individu : 6 jours</li> <li>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Chemin route avec une hauteur de 5 cm et un recouvrement de 25%</li> </ul>
Informations sur l'individu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type d'espèce identifiée :</li> </ul>



 <span style="float: right;">Parc éolien – Déclaration de Mortalité Procédure administrative - Octobre 2021</span>	
	<input type="checkbox"/> Avifaune <input checked="" type="checkbox"/> Chiroptère <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espèce présumée (<i>nom commun, nom scientifique</i>) : Noctule commune, <i>Nyctalus noctula</i></li> <li>• Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1</li> <li>• Catégorie Liste rouge : Liste rouge nationale : VU : Vulnérable Liste locale ou régionale : DD</li> </ul>
Informations particulières relatives à l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Âge (<i>si possible</i>) : Indéterminé</li> <li>• Sexe (<i>si possible</i>) : Indéterminé</li> <li>• Etat de l'individu découvert :                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Vivant (blessé)</li> <li><input type="checkbox"/> Mort sans blessure visible</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Mort avec blessure visible</li> <li><input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s)</li> </ul> </li> <li>• Etat du cadavre découvert :                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Frais</li> <li><input type="checkbox"/> Avancé</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Décomposé</li> <li><input type="checkbox"/> Sec</li> </ul> </li> <li>• Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé</li> </ul>

### 3. Analyse

Eolienne impliquée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eolienne équipée d'un système détection/effarouchement : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Si oui, préciser le type de dispositif, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</li> <li>• Eolienne faisant l'objet d'une mesure de régulation : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Si oui, préciser la mesure en place, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Le plan de bridage qui est actif depuis le 19 juin 2023 est le suivant :                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- entre le 15 avril et le 31 octobre,</li> <li>- température est supérieure ou égale à 16°C</li> <li>- vitesse du vent inférieure ou égale à 5,5 m/s</li> <li>- entre le coucher du soleil et le lever du soleil.</li> </ul> </li> </ul>
Contexte de l'incident, lorsque celui-ci peut être déterminé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contexte :                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Travaux agricoles récents</li> <li><input type="checkbox"/> Vague de migration</li> <li><input type="checkbox"/> Couple cantonné connu à proximité</li> </ul> </li> </ul>

Parc éolien – Déclaration de Mortalité  
Procédure administrative - Octobre 2021

	<input type="checkbox"/> Indéterminé <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <ul style="list-style-type: none"> <li>Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</li> <li>Hypothèse avancée :                     <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Adulte en chasse</li> <li><input type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Migrateur</li> </ul> </li> </ul>															
Causes probables de l'incident	<input checked="" type="checkbox"/> Collision <input checked="" type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.															
Récurrence de la découverte de cadavre de cette espèce sur le parc	Cadavre(s) de cette espèce déjà retrouvé(s) sur le parc éolien ? <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Si oui, dresser la liste des cadavres de cette espèce découverts sur ce parc : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Date</th> <th style="width: 50%;">Lieu</th> <th style="width: 25%;">Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>31/08/2022</td> <td>Parc Les Clérimois E01</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>08/09/2023</td> <td>Parc Les Clérimois E04</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Date	Lieu	Nombre	31/08/2022	Parc Les Clérimois E01	1	08/09/2023	Parc Les Clérimois E04	1						
Date	Lieu	Nombre														
31/08/2022	Parc Les Clérimois E01	1														
08/09/2023	Parc Les Clérimois E04	1														

4. Autres commentaires

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

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

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

6. Eléments complémentaires transmis

- Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site
- Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*
- Radiographie, *si réalisée*
- Rapport d'autopsie, *si réalisée*



Parc éolien – Déclaration de Mortalité  
Procédure administrative - Octobre 2021

- Analyse toxicologique, *si réalisée*
- Constat par un agent assermenté, *si réalisé*





Parc éolien – Déclaration de Mortalité  
Procédure administrative - Octobre 2021

## Fiche Incident : Déclaration de mortalité

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

### 1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	08/09/2023
Rédacteur (Point contact administration)	Lucas BAUDEQUIN Tél : +33748839817 Mail : lbaudequin@biotope.fr
Coordonnées de l'exploitant ICPE, titulaire des autorisations	Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

### 2. Données brutes

Date de découverte de l'individu	08/09/2023
Nom et qualité de la personne ayant découvert l'individu	Bureau d'études naturalistes BIOTOPE <input type="checkbox"/> Promeneur / Riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'Etude <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
Cadre de découverte de l'individu	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'individu a été découvert :           <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental</li> <li><input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</li> </ul> </li> <li>Coordonnées du lieu de découverte (a minima commune / département) : Les Clérimois</li> <li>Numéro de l'éolienne : E04</li> <li>Distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 15</li> <li>Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Nord-est</li> <li>Estimation de la date de la mort de l'individu : 2 jours</li> <li>Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme enherbée avec une hauteur de 20 cm et un recouvrement de 100%</li> </ul>
Informations sur l'individu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type d'espèce identifiée :</li> </ul>



		Parc éolien – Déclaration de Mortalité Procédure administrative - Octobre 2021
		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Avifaune</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Chiroptère</li> <li>• Espèce présumée (<i>nom commun, nom scientifique</i>) : Noctule commune, <i>Nyctalus noctula</i></li> <li>• Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1</li> <li>• Catégorie Liste rouge : Liste rouge nationale : VU : Vulnérable Liste locale ou régionale : DD</li> </ul>
Informations particulières relatives à l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Âge (<i>si possible</i>) : Indéterminé</li> <li>• Sexe (<i>si possible</i>) : Indéterminé</li> <li>• Etat de l'individu découvert :                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Vivant (blessé)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Mort sans blessure visible</li> <li><input type="checkbox"/> Mort avec blessure visible</li> <li><input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s)</li> </ul> </li> <li>• Etat du cadavre découvert :                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Frais</li> <li><input type="checkbox"/> Avancé</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Décomposé</li> <li><input type="checkbox"/> Sec</li> </ul> </li> <li>• Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé</li> </ul>

### 3. Analyse

Eolienne impliquée		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eolienne équipée d'un système détection/effarouchement :                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non</li> </ul>                         Si oui, préciser le type de dispositif, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.                     </li> <li>• Eolienne faisant l'objet d'une mesure de régulation :                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non</li> </ul>                         Si oui, préciser la mesure en place, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Le plan de bridage qui est actif depuis le 19 juin 2023 est le suivant :                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- entre le 15 avril et le 31 octobre,</li> <li>- température est supérieure ou égale à 16°C</li> <li>- vitesse du vent inférieure ou égale à 5,5 m/s</li> <li>- entre le coucher du soleil et le lever du soleil.</li> </ul> </li> </ul>
Contexte de l'incident, lorsque celui-ci peut être déterminé		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contexte :                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Travaux agricoles récents</li> <li><input type="checkbox"/> Vague de migration</li> <li><input type="checkbox"/> Couple cantonné connu à proximité</li> </ul> </li> </ul>

Parc éolien – Déclaration de Mortalité  
Procédure administrative - Octobre 2021

	<input type="checkbox"/> Indéterminé <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <ul style="list-style-type: none"> <li>Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.</li> <li>Hypothèse avancée :                             <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Adulte en chasse</li> <li><input type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Migrateur</li> </ul> </li> </ul>															
Causes probables de l'incident	<input type="checkbox"/> Collision <input checked="" type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.															
Récurrence de la découverte de cadavre de cette espèce sur le parc	Cadavre(s) de cette espèce déjà retrouvé(s) sur le parc éolien ? <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Si oui, dresser la liste des cadavres de cette espèce découverts sur ce parc : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Date</th> <th style="width: 33%;">Lieu</th> <th style="width: 33%;">Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>31/08/2022</td> <td>Les Clérimois E01</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>08/09/2023</td> <td>Les Clérimois E04</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Date	Lieu	Nombre	31/08/2022	Les Clérimois E01	1	08/09/2023	Les Clérimois E04	1						
Date	Lieu	Nombre														
31/08/2022	Les Clérimois E01	1														
08/09/2023	Les Clérimois E04	1														

4. Autres commentaires

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

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

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

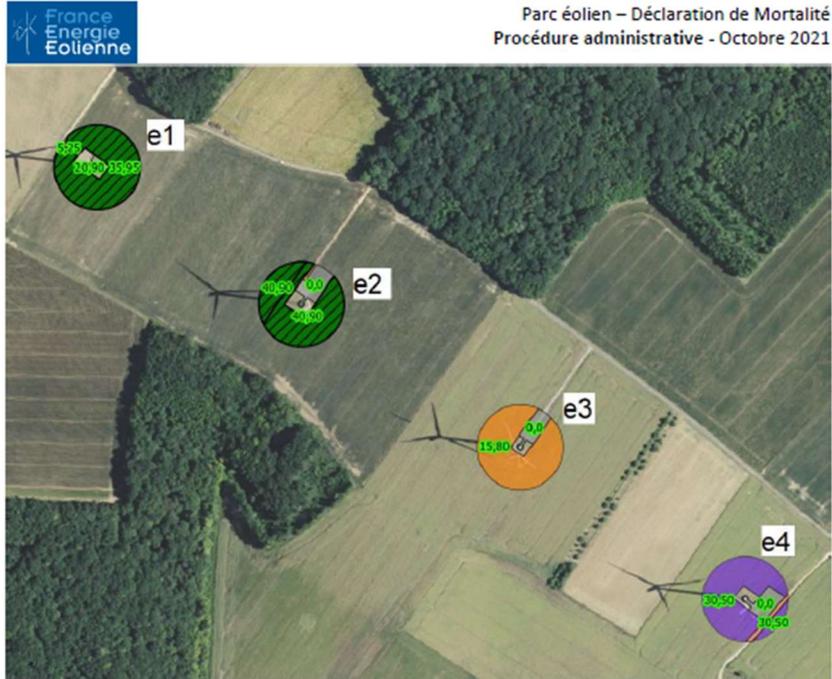
6. Eléments complémentaires transmis

- Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site
- Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*
- Radiographie, *si réalisée*
- Rapport d'autopsie, *si réalisée*



- Analyse toxicologique, *si réalisée*
- Constat par un agent assermenté, *si réalisé*

Parc éolien – Déclaration de Mortalité  
Procédure administrative - Octobre 2021





Parc éolien – Déclaration de Mortalité  
Procédure administrative - Octobre 2021





Parc éolien – Déclaration de Mortalité  
Procédure administrative - Octobre 2021





Parc éolien – Déclaration de Mortalité  
Procédure administrative - Octobre 2021



## 5 Index des tableaux, cartes et figures

### Index des tableaux

Tableau 1 : Données de mortalité brutes relatives aux oiseaux et obtenues lors du suivi mortalité de 2022 sur le Parc éolien Les Clérimois (Source : Auddicé, rapport de suivi post-implantation 2022)	14
Tableau 2 : Données de mortalité brutes relatives aux chauves-souris et obtenues lors du suivi mortalité de 2022 sur le Parc éolien Les Clérimois (Source : Auddicé, rapport de suivi post-implantation 2022)	14
Tableau 3 : Prospections de terrain et informations météorologiques	21
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).	23
Tableau 5 : Équipe de travail	25
Tableau 6 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023 ; Dürr, 2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2023 pour des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut.	31
Tableau 7 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le Parc éolien Les Clérimois	32
Tableau 8 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2022 pour des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine.	34
Tableau 9 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauves-souris touchées par le Parc éolien Les Clérimois	35
Tableau 10 : Bilan de l'occupation du sol pour les quatre éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éolienne et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi (24 passages). Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).	37
Tableau 11 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 24 passages	41
Tableau 12 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance pour chacune des quatre éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.	42

Tableau 13 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation	43
Tableau 14 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du Parc éolien Les Clérimois sur la période du suivi	44
Tableau 15 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du Parc éolien Les Clérimois sur la période du suivi	45
Tableau 16 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité de 2023	48
Tableau 17 : Croisement des données de mortalité brute entre les suivis post-implantation	52
Tableau 18 : Croisement des informations sur l'estimation de la mortalité issues des deux années de suivi	53
Tableau 19 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur l'éolienne E2 sur la période de réalisation du suivi mortalité des Clérimois en 2023.	58
Tableau 20 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces	61
Tableau 21 : Simulation du bridage avec de nouveaux paramètres pour le parc éoliens des Clérimois issue des données 2023.	62

## Index des figures

Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du Parc éolien Les Clérimois (de devant à derrière, éolienne E01, E02, E03 et E04), le 22 août 2023	6
Figure 2 : Situation et disposition des éoliennes du Parc éolien Les Clérimois (de gauche à droite, E01, E02, E03 et E04)	7
Figure 3 : Carte des sensibilités de l'avifaune en période de reproduction (Sources : LPO, Conservatoire des Sites Naturels Bourguignons, 2007)	9
Figure 4 : Répartition des cadavres par éoliennes au cours du suivi mortalité de 2022 (Source : Auddicé, rapport de suivi post-implantation 2022)	14
Figure 5 : Phénologie de la découverte des cadavres au cours du suivi mortalité de 2022 (Source : Auddicé, rapport de suivi post-implantation 2022)	15
Figure 6 : Extrait du rapport de suivi mortalité de 2022 reprenant les résultats de l'estimation de la mortalité (Source : Auddicé, rapport de suivi post-implantation 2022)	16
Figure 7 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	23
Figure 8 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le Parc éolien Les Clérimois	27
Figure 9 : Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Roitelet huppé, Alouette des champs, Rougequeue noir, Noctule commune, Pipistrelle commune et Noctule de Leisler © Biotope	27
Figure 10 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le Parc éolien Les Clérimois	28
Figure 11 : Nombre de cadavres découverts par éolienne	29

Figure 12 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du Parc éolien Les Clérimois. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.	30
Figure 13 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation	30
Figure 14 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute du Parc éolien Les Clérimois à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2022).	36
Figure 15 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	38
Figure 16 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04 (de gauche à droite et de haut en bas) le 19 mai 2023 (premier passage en haut) et le 27 octobre 2023 (dernier passage en bas)	39
Figure 17 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. A gauche évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, à droite 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).	40
Figure 18 : Durées de persistances moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation	41
Figure 19 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations, interpolations et extrapolations) par type de hauteurs de végétations et d'éolienne pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi.	42
Figure 20 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le Parc éolien Les Clérimois au cours du suivi de 2023 sur 161 jours	44
Figure 21 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le Parc éolien Les Clérimois au cours du suivi de 2023 sur 161 jours	46
Figure 22 : Tableau extrait de l'étude d'impact sur le risque de collision des chiroptères selon l'éloignement de chaque éolienne aux éléments attractifs proche du parc.	50
Figure 23 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du Parc éolien Les Clérimois	56
Figure 24 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E02 sur la période de réalisation du suivi mortalité	57
Figure 25 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du Parc éolien Les Clérimois	58
Figure 26 : Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité.	59
Figure 27 : 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)	60
Figure 28 : 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) 60

Figure 29 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018 71

Figure 30 : Schéma de la surface-échantillon à prospector (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018). 71



Biotope Siège Social  
22, boulevard Maréchal Foch  
B.P. 58  
34140 MÈZE  
Tél. : +33 (0)4 67 18 46 20  
[www.biotope.fr](http://www.biotope.fr)

