

PARC ÉOLIEN YROUERRE
SUIVI DE LA MORTALITÉ DE L'AVIFAUNE
ET DES CHIROPTÈRES
2023



SUD CHAMPAGNE

PARC ÉOLIEN YROUERRE

SUIVI DE LA MORTALITÉ DE L'AVIFAUNE ET DES CHIROPTÈRES

2023

FERME ÉOLIENNE D'YROUERRE

	Ferme Éolienne d'Yrouerre SAS	Nathan ROIRAND
Maître d'ouvrage :	59 rue de Ponthieu, Bureau 562 75 008 Paris	Chargé d'études suivi ICPE nathan.roirand@volkswind.com

	Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement du Sud Champagne	
	Domaine de Saint-Victor	Olivia GARCIN
Étude réalisée par :	10200 SOULAINES-DHUYS	Chargée de mission environnement
	Tel : 03.25.92.28.33	olivia.garcin@cpiesudchampagne.fr
	Fax : 03.25.92.56.00	
	https://cpiesudchampagne.fr	

Rédaction : Olivia GARCIN

Inventaires : Florian COMESSE, Maurine WAGNER

Cartographie : Olivia GARCIN

Relecture & approbation : Stéphane BELLENOUE, Thomas FACQ

Référencement proposé : CPIE du Sud Champagne (2024). Parc éolien d'Yrouerre, Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères 2023, rédigé pour Ferme éolienne d'Yrouerre SAS – 59 pages – Version 26/03/2024

SOMMAIRE

Table des figures.....	3
Table des tableaux.....	4
Table des annexes	4
1. Introduction	6
1.1 Contexte	6
1.2 Zone d'étude	6
2. Rappel des études naturalistes précédemment menées.....	9
2.1 Suivis de l'avifaune	9
2.1.1 Etat initial de l'avifaune en 2011.....	9
2.1.2 Suivi de l'avifaune en 2021.....	9
2.1.3 Suivi de l'avifaune en 2022.....	10
2.1.4 Suivi de l'avifaune en 2023.....	10
2.2 Suivis de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle.....	10
2.2.1 Suivi réalisé en 2022.....	10
2.2.2 Suivi réalisé en 2023.....	11
2.3 Rappel des résultats et des études sur la mortalité	11
2.3.1 Mortalité de 2021.....	11
2.3.2 Mortalité de 2022.....	11
3. Mesures de réduction mises en place	14
3.1 En faveur de l'avifaune	14
3.2 En faveur des chiroptères.....	14
4. Etude de la mortalité en 2023	15
4.1 Généralités.....	15
4.2 Protocole de recherche standardise 2023	15
4.3 Calendrier des sorties de prospection.....	17
5. Estimation de la mortalité	19
5.1 Détermination des coefficients de correction	19
5.1.1 Détermination de p : persistance des cadavres	20
5.1.2 Détermination de d : taux de détection	20
5.1.3 Détermination de s : surface prospectée	20
5.2 Méthode de calcul de l'estimation	20
5.2.1 ERICKSON (2000)	21
5.2.2 JONES (2009)	21
5.2.3 HUSO (2010)	22
5.2.4 KORNER-NIEVERGELT (2011).....	22

6.	Résultats des tests de correction et surface prospectée	24
6.1	Test d'efficacité de recherche.....	24
6.2	Test de persistance des cadavres.....	24
6.3	Surface prospectée et assolement.....	26
7.	Résultats de l'étude de la mortalité sur les chiroptères 2023.....	27
7.1	Nombre, espèces et statut des chiroptères trouvés	27
7.1.1	Mortalité observée en 2023	27
7.1.2	Statuts de protection et vulnérabilité des espèces	28
7.2	Analyse statistique et tendance	29
7.2.1	Tendance sur l'ensemble du parc éolien.....	29
7.2.2	Estimation de la mortalité réelle.....	29
7.2.3	Comparaison des résultats avec les années précédentes	31
7.2.4	Conclusion sur la mortalité des chiroptères en 2023.....	31
8.	Résultats de l'étude de la mortalité de l'avifaune en 2023.....	34
8.1	Nombre, espèces et statut des oiseaux trouvés	34
8.1.1	Mortalité observée en 2023	34
8.2	Tendance et estimation de la mortalité réelle.....	37
8.2.1	Tendance sur l'ensemble du parc éolien.....	37
8.2.2	Estimation de la mortalité réelle	37
8.3	Conclusion sur la mortalité de l'avifaune	39
9.	Proposition de mesure de réduction et de compensation	41
9.1	Rappel des mesures déjà mises en place	41
9.1.1	En faveur de l'avifaune	41
9.1.2	En faveur de chiroptères	41
9.2	Proposition de mise en œuvre en faveur des chiroptères et des oiseaux	41
10.	Conclusion générale.....	42
11.	Bibliographie.....	44
12.	Annexes.....	46

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Contexte éolien du parc d'Yrouerre	7
Figure 2 : Contexte paysager autour du parc éolien d'Yrouerre	8
Figure 3 : Distribution des cas de mortalité de chiroptères dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne et Meuse (N=925) (CHINAL, 2022).....	28

Figure 4 : Distribution des cas de mortalité d'oiseaux, par grandes familles, dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne et Meuse (N=1120) (source : CHINAL, 2022)	36
Figure 5 : Distribution des cas de mortalité de rapaces diurnes dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne et Meuse (N=324) (CHINAL, 2022)	36

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Détails des chiroptères trouvés sur le parc éolien d'Yrouerre en 2021 et 2022	12
Tableau 2 : Détails des oiseaux trouvés sur le parc éolien d'Yrouerre en 2021 et 2022	13
Tableau 3 : Paramètres de bridage proposés pour 2023	14
Tableau 4 : Dates, observateurs et conditions météorologiques lors du suivi 2023	17
Tableau 5 : Résultats du test d'efficacité de recherche	24
Tableau 6 : Résultats des tests de persistance	25
Tableau 7 : Surface prospectée lors de la période suivie par le protocole standardisé (de la S20 à la S43)	26
Tableau 8 : Assolement sur un carré de 117m autour de l'éolienne durant le protocole standardisé (de la S20 à la S43)	26
Tableau 9 : Détails des chiroptères trouvés sur le parc éolien d'Yrouerre en 2023	27
Tableau 10 : Statuts de protection et vulnérabilité des espèces des chiroptères trouvées sur le parc d'Yrouerre en 2023	28
Tableau 11 : Mortalité brute des chiroptères sur le parc éolien d'Yrouerre en 2023	29
Tableau 12 : Estimation de la mortalité des chiroptères et intervalle à 95% et 80% sur le parc éolien d'Yrouerre (mortalité sur le parc)	30
Tableau 13 : Estimation de la mortalité des chiroptères et intervalle à 95% et 80% sur le parc éolien d'Yrouerre (mortalité par éolienne)	30
Tableau 14 : Évolution de la mortalité sur le parc éolien d'Yrouerre	31
Tableau 15 : Nombre de chiroptères trouvés en fonction des mois	31
Tableau 16 : Nombre de chiroptères trouvés en fonction des mois	31
Tableau 17 : Détails des oiseaux trouvés sur le parc éolien d'Yrouerre en 2023	34
Tableau 18 : Statut de protection et de vulnérabilité des oiseaux retrouvés en 2023	35
Tableau 19 : Mortalité brute des oiseaux sur le parc éolien	37
Tableau 20 : Estimation de la mortalité de l'avifaune et intervalle à 95% et 80% sur le parc éolien d'Yrouerre (mortalité sur le parc)	38
Tableau 21 : Estimation de la mortalité de l'avifaune et intervalle à 95% et 80% sur le parc éolien d'Yrouerre (mortalité par éolienne)	38
Tableau 22 : Nombre d'oiseaux trouvés en fonction des mois	39
Tableau 23 : Détail du nombre d'oiseaux par éolienne	39
Tableau 24 : Paramètres de bridage proposés pour 2023	41

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Localisation des cas de mortalité trouvés en 2023 sur le parc éolien d'Yrouerre	46
Annexe 2 : Répartition des cadavres de chiroptères en fonction des éoliennes lors du suivi de la mortalité 2023	47

Annexe 3 : Répartition des cadavres d'oiseaux en fonction des éoliennes lors du suivi de la mortalité 2023.....	48
Annexe 4 : Fiche descriptives des cadavres du suivi de la mortalité 2023 sur le parc éolien d'Yrouerre	49

I. INTRODUCTION

I.1 CONTEXTE

Conformément à la réglementation des ICPE¹ (Arrêté du 26 août 2011, modifié le 22 juin 2020² 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, article 12), la société d'exploitation Ferme éolienne d'Yrouerre SAS a reconduit en 2023 le suivi environnemental du parc éolien d'Yrouerre situé dans le département de l'Yonne (89) en région Bourgogne Franche-Comté.

À la suite de la reconnaissance par le MTES³ du nouveau protocole de suivi des parcs éoliens terrestres en date du 5 avril 2018, ce suivi règlementaire consiste en :

- L'estimation de la mortalité sur les chiroptères et l'avifaune,
- L'évaluation de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle,
- Le suivi comportemental de l'avifaune sur le parc éolien.

Cette mission d'estimation de la mortalité sur les chiroptères et l'avifaune a été confiée au CPIE du Sud Champagne par l'exploitant pour le compte de la Ferme éolienne d'Yrouerre SAS dès la mise en service des éoliennes à l'été 2021.

Ce rapport présente le résultat du suivi règlementaire de la mortalité pour le parc éolien d'Yrouerre au cours de l'année 2023.

I.2 ZONE D'ETUDE

La société Ferme éolienne d'Yrouerre SAS exploite actuellement le parc éolien d'Yrouerre situé sur la commune d'Yrouerre, dans le département de l'Yonne (89) en région Bourgogne Franche-Comté. Le parc éolien est constitué de 5 éoliennes.

Toutes les turbines sont de modèle Nordex N117, d'une puissance de 2.4MW soit une puissance de l'ensemble du parc de 12MW. Les éoliennes ont un diamètre de rotor de 117m et sont en service depuis 2021.

¹ Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

² **Arrêté du 26 août 2011 modifié le 22 juin 2020 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à déclaration au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. Article 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 débiter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle 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 débiter 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. ».

³ Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (ministère en charge des installations classées pour la protection de l'environnement

Toutes les éoliennes du parc sont implantées en milieu agricole (culture de céréales, luzerne...) et à proximité de boisements. La carte suivante présente le contexte éolien et paysager de l'ensemble du parc éolien d'Yrouerre (5 éoliennes).

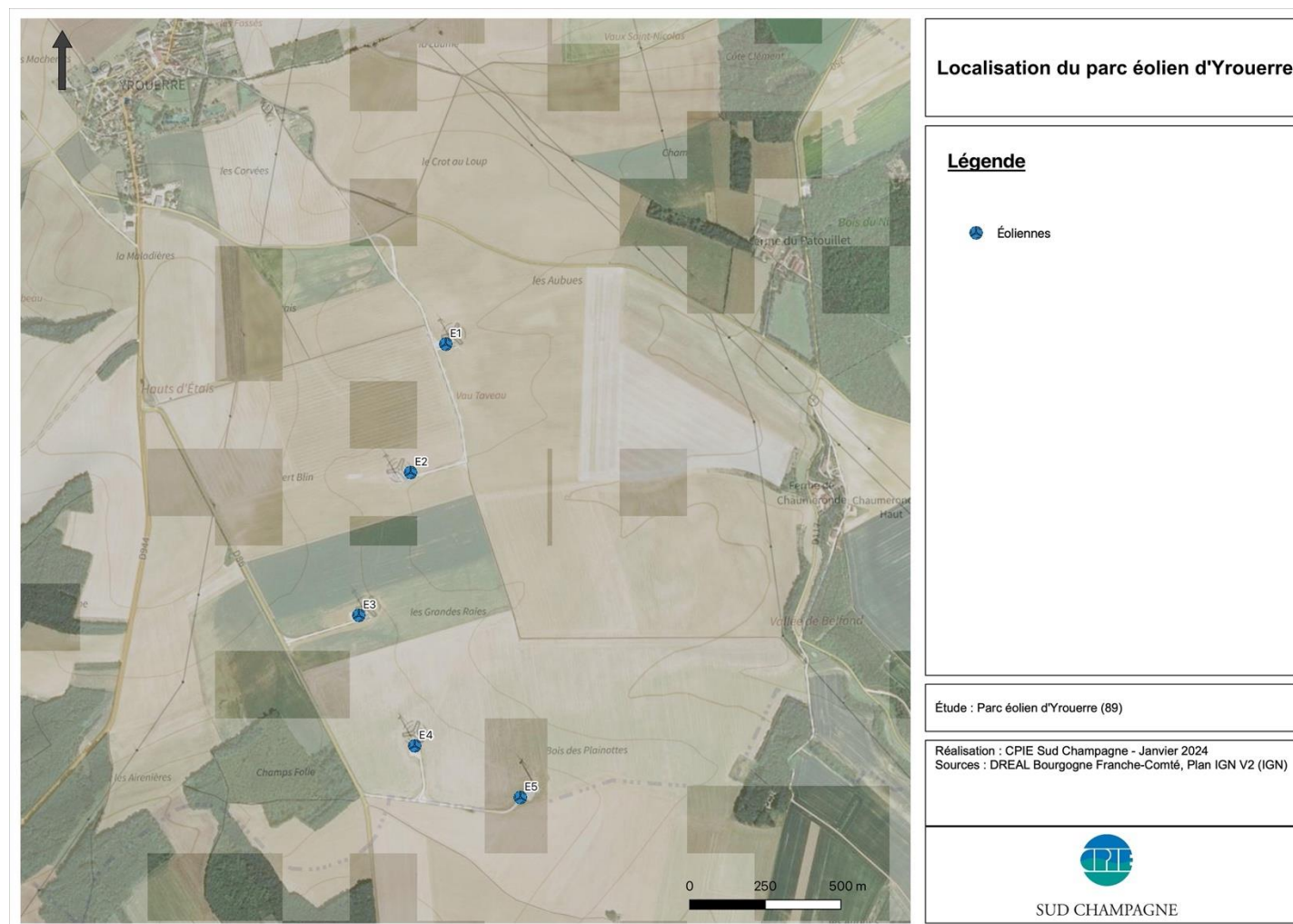


Figure 1 : Contexte éolien du parc d'Yrouerre

Contexte paysager

Légende

- Éoliennes d'Yrouerre
- Zone de 200m autour des boisements et 100m autour des haies

Étude : Parc éolien d'Yrouerre (89)

Réalisation : CPIE Sud Champagne - Janvier 2024
Sources : DREAL Bourgogne Franche-Comté, Plan IGN V2 (IGN)

0 250 500 m

Figure 2 : Contexte paysager autour du parc éolien d'Yrouerre

2. RAPPEL DES ETUDES NATURALISTES PRECEDEMMENT MENEES

2.1 SUIVIS DE L'AVIFAUNE

2.1.1 ETAT INITIAL DE L'AVIFAUNE EN 2011

L'état initial du projet de parc éolien d'Yrouerre a été réalisé en 2011 par la LPO Yonne (inventaires réalisés en 2010). Il mentionne un environnement très agricole, et donc un cortège avifaunistique associé très spécialisé.

On peut y lire : « La zone d'implantation envisagée aura une emprise de 1,9 km de large sur le front global de migration ; l'implantation des éoliennes proprement dite devrait avoir une emprise légèrement inférieure. Quoi qu'il en soit, l'emprise doit davantage tendre vers 1,5 km afin de réduire les effets « barrière » néfastes à l'écoulement de la migration. »

Concernant la Grue cendrée, elle est considérée comme très sensible à l'effarouchement et ne s'approche pas à moins de 2 km des parcs éoliens, pouvant faire dévier les couloirs migratoires de façon importante. Son mode de migration nocturne la rend d'autant plus sensible aux collisions lorsque le parc n'est pas évité.

Pour le Milan royal, les passages de cette espèce sur le site ont été considérés comme non négligeables. Le rapport indiquait ceci : « Sa sensibilité vis-à-vis des éoliennes et les menaces lourdes qui pèsent sur sa conservation en Europe justifient la désignation d'enjeux importants. ».

L'arrêté préfectoral mentionne aussi que les « éoliennes sont arrêtées, durant les premières heures du jour, les journées de forts passages migratoires qui interviennent au printemps et à l'automne ».

2.1.2 SUIVI DE L'AVIFAUNE EN 2021

En 2021, le CPIE du Sud Champagne a été mandaté pour réaliser un suivi comportemental de l'avifaune en période de migration postnuptiale.

71 Milans royaux furent dénombrés sur le parc au cours de la migration postnuptiale. La plupart étaient en migration active, et 5 d'entre eux furent aperçus en dortoir à proximité du parc avant de partir en migration. Les comportements les plus fréquents pour les individus migrants sont de traverser ou survoler le parc éolien, et 24% d'entre eux ont été observés entre 50 et 200m des éoliennes notamment E2, E3 et E4. Le pic d'activité est intervenu en octobre, notamment sur la 1^{ère} et la 3^{ème} décade, pour les Milans royaux, avec une activité majoritaire entre 7h et 9h après le lever du soleil. La majorité des oiseaux étaient à une hauteur de vol située sous les pales ou à leur hauteur.

« L'enjeu Milan royal en période de migration postnuptiale est considéré comme assez fort »

Des Grues cendrées ont également été contactées en migration active. Les comportements les plus fréquents pour les individus contactés ont été la prise d'ascendants et le survol du parc, et 23% d'entre eux ont été observés entre 50 et 200m des éoliennes notamment E3 et E4. Le pic d'activité se situe durant la 2^{ème} décade d'octobre, et entre 4h et 6h après le lever du soleil, et l'intégralité des individus effectuaient une migration active. « L'enjeu Grue cendrée est considéré comme modéré. »

2.1.3 SUIVI DE L'AVIFAUNE EN 2022

Les suivis réalisés en 2022 par le CPIE du Sud Champagne couvrent la migration prénuptiale, la période de nidification et la migration postnuptiale.

En migration prénuptiale, les Grues cendrées sont préférentiellement passées à l'ouest du parc éolien, l'axe de migration pour le Milan royal semble plutôt localisé à l'est de la zone d'étude. Ainsi, les milans ont tendance à passer plus proches de l'éolienne E5 que des autres éoliennes. L'enjeu est modéré à cette période pour ces deux espèces. Le suivi de la migration prénuptiale a été reconduit en 2023.

Un suivi des oiseaux nicheurs a été mis en place via la réalisation de deux IPA, deux IKA et une soirée d'écoute crépusculaire et nocturne. Aucun enjeu particulier n'a été relevé, les données ne suggèrent pas une diminution des effectifs ou du nombre d'espèces suite à la mise en place des éoliennes.

L'acquisition de données en migration postnuptiale sur deux années (2021 et 2022) permet une analyse plus poussée. L'activité migratoire est modérée à cette période ; les effectifs totaux de migrants avant et après la mise en service du parc semblent globalement similaires. Les Milans royaux migrants suivent préférentiellement le relief et passent majoritairement à l'ouest ou à l'est du parc. Un nombre plus limité d'individus est observé à proximité des machines. Le Milan royal est une espèce sensible à la collision avec les éoliennes, l'enjeu est plus fort que lors de l'état initial.

Des bridages par procédure d'alerte (période de passage de Milans royaux et bonnes conditions météo, ou passage de Grues cendrées et brouillard) ont été demandés sur 6 jours pour 29,5h d'arrêt des éoliennes en migration prénuptiale et 6 jours pour environ 41h d'arrêt diurne en migration postnuptiale. Les suivis prévus au printemps 2023 permettront d'avoir un jeu de données plus conséquent à cette période. Une mesure de bridage horaire pérenne pour le Milan royal devrait pouvoir être proposée à l'issue. Les données automnales sont suffisantes pour préconiser une mesure de bridage horaire pérenne ; l'arrêt des cinq éoliennes est proposé durant le mois d'octobre de 10h à 16h. La mise en place de systèmes de détection-arrêt sur les éoliennes serait une mesure de réduction forte qui se substituerait aux bridages statiques.

Pour la Grue cendrée qui est sensible à la collision lorsque la visibilité est mauvaise, la mise en place du « protocole cadre Grue cendrée en Bourgogne Franche-Comté » est adaptée. Son application nécessite toutefois que l'exploitant reçoive des alertes lors des périodes de passage migratoire.

2.1.4 SUIVI DE L'AVIFAUNE EN 2023

En 2023, le suivi de l'avifaune a été reconduit. Les résultats sont présentés dans un rapport spécifique.

2.2 SUIVIS DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES A HAUTEUR DE NACELLE

2.2.1 SUIVI REALISE EN 2022

En 2022, parallèlement au suivi de la mortalité, l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle a été suivie. Un enregistreur de type BATmode a été installé en nacelle de l'éolienne E3. Ce suivi a permis d'identifier les espèces volant en altitude, d'estimer leur activité et de définir des paramètres de bridage.

2.2.2 SUIVI REALISE EN 2023

En 2023, le suivi de l'activité à hauteur de nacelle a été renouvelé. Un enregistreur de type BATmode a été installé en nacelle de l'éolienne E3. Ce nouveau suivi permettra d'affiner nos connaissances sur l'activité locale des chiroptères et de proposer un bridage plus adapté des éoliennes afin de protéger ces espèces tout en limitant les pertes de production.

Ce suivi fait l'objet d'un rapport spécifique rédigé par KJM Conseil.



Figure 3 : Exemple de BATmode installé dans une nacelle d'éolienne

2.3 RAPPEL DES RESULTATS ET DES ETUDES SUR LA MORTALITE

Le CPIE du Sud Champagne a été mandaté depuis 2021 pour réaliser un suivi de la mortalité des oiseaux et des chiroptères sur les 5 éoliennes implantées.

2.3.1 MORTALITE DE 2021

Ce suivi s'est réalisé de la semaine 31 à la semaine 43 (soit du 03 août au 27 octobre) permettant de couvrir une période de 13 semaines. Les prospections s'effectuent à pied, dans un carré de 117 m de côté autour d'une éolienne, en effectuant des transects espacés de 5m.

Sur les 13 passages, un total de 6 cas de mortalité d'oiseaux fut décelé et ce pour 4 espèces dont un rapace, un Faucon indéterminable. Deux de ces cas ont été trouvés en dehors du protocole standardisé, ils n'entrent pas en compte dans les calculs d'estimations.

Un total de 16 cadavres de chiroptères a été trouvé au pied des éoliennes du parc d'Yrouerre, et ce pour au moins 3 espèces différentes. Deux de ces cas ont été trouvés lors des tests de prédation ; ils n'entrent pas en compte dans les calculs d'estimations.

2.3.2 MORTALITE DE 2022

En 2022, le suivi s'est déroulé de la semaine 20 à la semaine 43, permettant de couvrir une période de 24 semaines. Les prospections s'effectuent à pied, dans un carré de 117 m de côté autour d'une éolienne, en effectuant des transects espacés de 5m. Un total de 12 chauves-souris et 17 oiseaux a été trouvé sous les éoliennes du parc.

Tableau 1 : Détails des chiroptères trouvés sur le parc éolien d'Yrouerre en 2021 et 2022

Protocole	Date	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Éolienne	Distance par rapport au mât	Orientation	Remarque
Standardisé	18/08/21	<i>Pipistrellus Pipistrellus/pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	E1	40m	O	
	25/08/21	<i>Chiroptera sp.</i>	Chiroptère sp.	E5	50m	S	Broyé
	25/08/21	<i>Nyctalus sp.</i>	Noctule sp.	E3	5m	SO	
	25/08/21	<i>Chiroptera sp.</i>	Chiroptère sp.	E2	25m	E	Squelette
	25/08/21	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	E1	55m	SE	Parfait état
Test prédation	04/09/21	<i>Pipistrellus Pipistrellus/pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	E2	12m	SE	Parfait état
Standardisé	08/09/21	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	E1	20m	SO	Décomposée / Barotraumatisme
	08/09/21	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	E2	48m	SO	Décomposée
	08/09/21	<i>Pipistrellus Pipistrellus/pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	E3	17m	O	Décomposée
	08/09/21	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	E3	25m	SE	État moyen / Barotraumatisme
	08/09/21	<i>Pipistrellus Pipistrellus/pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	E5	14m	S	Décapitée
	15/09/21	<i>Pipistrellus Pipistrellus/pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	E1	4m	N	Squelette
	21/09/21	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	E1	36m	SO	État moyen / Barotraumatisme
	29/09/21	<i>Pipistrellus Pipistrellus/pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	E3	22m	SE	Squelette
	20/10/21	<i>Chiroptera sp.</i>	Chiroptère sp.	E5	42m	S	Squelette
Test prédation	22/10/21	<i>Chiroptera sp.</i>	Chiroptère sp.	E5	31m	S	Squelette
Standardisé	16/05/22	<i>Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	E3	13m	NO	Barotraumatisme
	16/05/22	<i>Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	E3	6m	NE	Barotraumatisme
	25/07/22	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	E2	7m	SE	Barotraumatisme
	25/07/22	<i>Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	E2	12m	NE	Barotraumatisme
	25/07/22	<i>Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	E1	38m	SO	Barotraumatisme
	25/07/22	<i>Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus</i>	Pipistrelle commune/pygmée	E1	13m	E	Barotraumatisme
	02/08/22	<i>Pipistrellus</i>	Pipistrelle sp.	E5	11m	SO	Barotraumatisme

	22/08/22	Nyctalus leisleri	Noctule de Leisler	E1	53m	NO	Barotraumatisme
	22/08/22	Nyctalus noctula	Noctule commune	E2	28m	NE	Barotraumatisme
	29/08/22	Nyctalus noctula	Noctule commune	E2	79m	SO	Fracture
	24/10/22	Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus	Pipistrelle commune/pygmée	E1	12m	O	Barotraumatisme
	24/10/22	Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus	Pipistrelle commune/pygmée	E1	15m	O	Barotraumatisme

Tableau 2 : Détails des oiseaux trouvés sur le parc éolien d'Yrouerre en 2021 et 2022

Protocole	Date	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Éolienne	Distance par rapport au mât	Orientation	Remarque
Standardisé	18/08/21	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	E5	25m	E	
Travaux	14/09/21	<i>Falco sp.</i>	Faucon sp.	E4	?	?	Bon état
Standardisé	12/10/21	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	E5	45m	S	Bon état / Barotraumatisme
Autre	05/11/21	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E4	0m		Broyé par transformateur
Standardisé	13/06/22	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	E4	10	SO	Coupé en deux
	27/06/22	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E5	0	-	Coincé dans le transformateur
	27/06/22	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E4	0	-	Coincé dans le transformateur
	27/06/22	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E4	0	-	Coincé dans le transformateur
	27/06/22	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E4	0	-	Coincé dans le transformateur
	27/06/22	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E4	0	-	Coincé dans le transformateur
	27/06/22	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E4	0	-	Coincé dans le transformateur
	27/06/22	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E3	0	-	Coincé dans le transformateur
	04/07/22	<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	E4	40	SO	
	18/07/22	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	E4	47	O	
	02/08/22	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E4	14	S	
	29/08/22	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	E4	38	E	
	29/08/22	<i>Columba</i>	Pigeon sp	E4	50	N	Plumée
	29/08/22	<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	E3	35	NE	
	19/09/22	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E1	45	SE	
	03/10/22	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	E4	8	SE	
	24/10/22	<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familial	E4	77	NO	

3. MESURES DE REDUCTION MISES EN PLACE

3.1 EN FAVEUR DE L'AVIFAUNE

En considérant la présence d'enjeux pour les rapaces, notamment pour le Milan royal ainsi que pour la Grue cendrée, la Ferme éolienne d'Yrouerre a mis en place des mesures de réduction. En 2022, les éoliennes étaient bridées, sur alerte du CPIE, lors des journées de forts passages de milans et pour les Grues cendrées par mauvaises conditions météo.

Les suivis prévus au printemps 2023 ont permis d'avoir un jeu de données plus conséquent à cette période. Une mesure de bridage horaire pérenne pour le Milan royal est proposée à partir du printemps 2024, en attendant, le bridage par procédure d'alerte a été réitéré au printemps 2023. Des arrêts machine ont été réalisés sur 7 jours au printemps, pour un total de 42h de bridage diurne par machine et 84h pour le parc (deux éoliennes arrêtées lors de ces demandes).

Lors de l'automne 2023, les préconisations du suivi avifaune 2022 ont été appliquées et les 5 éoliennes du parc ont été arrêtées tout le mois d'octobre, entre 10h et 16h, en faveur du Milan royal. Ce bridage représente un total de 186 heures d'arrêt par éolienne soit 930h pour le parc. Pour la Grue cendrée, les bulletins d'alerte bi-hebdomadaires de la LPO Bourgogne Franche-Comté ont été mis en place, aucune alerte de bridage n'a été envoyée à l'exploitant du parc sur cette période.

3.2 EN FAVEUR DES CHIROPTERES

Un bridage en faveur des chiroptères a été mis en place d'août à octobre 2022, à la suite d'une forte mortalité observée depuis le début du suivi en semaine 20. Les paramètres se basaient sur les recommandations de la DREAL Bourgogne Franche-Comté et les premiers résultats du suivi. Ils ont été affinés et présentés dans un rapport spécifique.

- Toutes les éoliennes
- Du 01/08 au 31/10/22
- Vitesses de vent inférieures ou égales à 4,8m/s
- Températures supérieures ou égales à 12°C
- En l'absence de précipitation
- Du coucher au lever du soleil

Les résultats complets de l'étude en hauteur de 2022 ont permis de définir des paramètres de bridage plus adaptés au contexte local. Ces paramètres ont été appliqués dès 2023 :

Tableau 3 : Paramètres de bridage proposés pour 2023

Du 1er avril au 31 juillet	Du 1 ^{er} août au 30 septembre	Du 1 ^{er} octobre au 31 octobre
- Pour une vitesse de démarrage à 5,2 m/s - Toutes les machines - Du coucher au lever du soleil - Pour une température supérieure à 12°C - Sans précipitations	- Pour une vitesse de démarrage à 6 m/s - Toutes les machines - Du coucher au lever du soleil - Pour une température supérieure à 12°C - Sans précipitations	- Pour une vitesse de démarrage à 5,2 m/s - Toutes les machines - Du coucher au lever du soleil - Pour une température supérieure à 12°C - Sans précipitations

4. ETUDE DE LA MORTALITE EN 2023

4.1 GENERALITES

L'objectif du suivi est d'évaluer l'impact des éoliennes sur les chiroptères et l'avifaune grâce à une analyse statistique des cas de mortalité recensés.

Les cas de collisions des chiroptères en Europe sont concentrés surtout de juillet à octobre (90% d'après RYDELL *et al.*, 2010), et pour l'avifaune, c'est en migration postnuptiale (août à début novembre) que les collisions sont les plus fréquentes. Le protocole de suivi intègre ces périodes et les périodes de reproduction des deux groupes.

La révision du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres en 2018 a permis de définir de manière plus approfondie les méthodes de prospections et de coupler le suivi de la mortalité des chiroptères à un suivi d'activité à hauteur de nacelle. Les résultats de ces deux suivis permettent de mieux connaître les espèces et leur activité et d'adapter, si nécessaire, le fonctionnement des aérogénérateurs pour réduire leur impact.

Les trois principaux objectifs du suivi de la mortalité sont de :

- Juger du niveau d'impact généré par les parcs éoliens sur la faune volante et apporter, le cas échéant, une réponse corrective proportionnée et efficace ;
- Calculer les mortalités estimées pour permettre une comparaison des résultats inter-parcs et/ou interannuelle ;
- Construire et alimenter une base de données régionale, nationale, voire européenne.

4.2 PROTOCOLE DE RECHERCHE STANDARDISE 2023

Lors de cette étude, le CPIE a établi son protocole de suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères en respectant les recommandations du « *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – Révision 2018* » ainsi que le cahier des charges fourni par l'exploitant.

Tableau 3 : Période sur laquelle doit être effectuée le suivi de mortalité de l'avifaune et le suivi d'activité des chiroptères en hauteur, en fonction des enjeux (source : protocole révision 2018)

Semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité doit être réalisé...	Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères spécifiques*	Dans tous les cas*		Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères*
Suivi d'activité en hauteur 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

Ce suivi s'est réalisé de la semaine 20 à la semaine 43 (soit du 15 mai au 23 octobre 2023), permettant de couvrir une période de 24 semaines. Les prospections s'effectuent à pied, dans un carré de 117 m de côté autour d'une éolienne, en effectuant des transects espacés de 5m. Les prospections sont généralement effectuées en début de matinée afin de réduire le temps entre les impacts résiduels

nocturnes et les risques de prédation. Le pas de temps entre deux passages est d'une semaine sur la totalité de la période suivie soit 7 jours, avec une flexibilité à 1j (mauvaises conditions météorologiques, jours fériés, etc.).

En zone à végétation dense, seules les zones à ciel ouvert ou praticables sont prospectées. Le reste de la surface non prospectée fait alors l'objet d'une correction proportionnelle par coefficient surfacique. Les éoliennes en maintenance ne sont pas prospectées pour des raisons de sécurité.

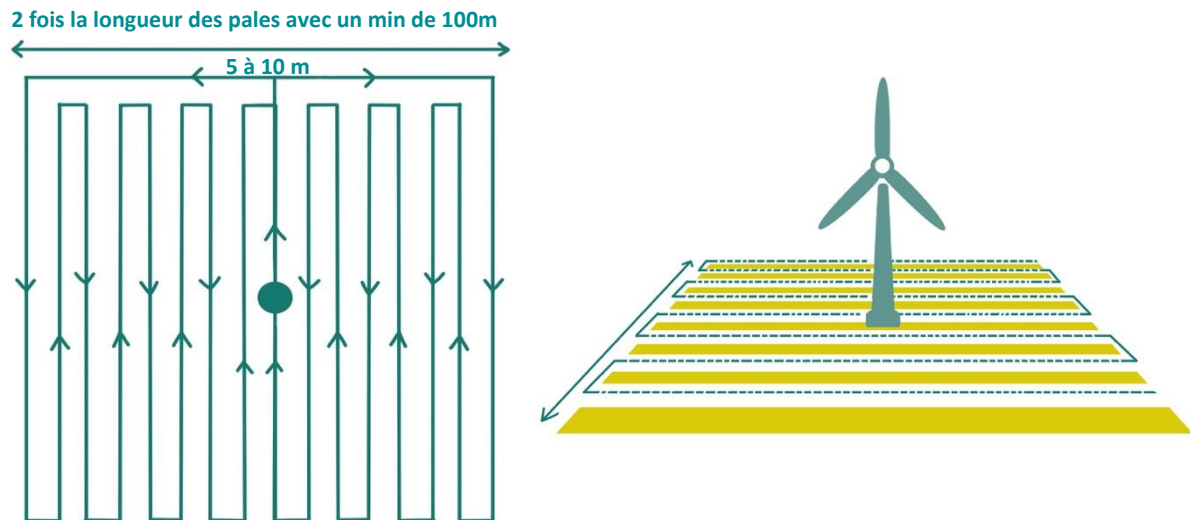


Figure 4 : Schéma du parcours effectué pour chaque éolienne prospectée

Lorsque toute la surface n'est pas accessible (végétation trop haute, semis récent ne permettant pas de pénétrer dans les parcelles...), les observateurs notent la surface qu'ils ont pu prospecter, afin d'appliquer ensuite un facteur de correction. La période de mai, juin et début juillet laisse dans les secteurs de plaines céréalières peu de surface réellement prospectables à cause de la hauteur et de la densité de la végétation.

Pour chaque cas découvert, l'observateur note :

- L'espèce, son sexe et son âge, (lorsque cela est possible),
- L'état apparent du cadavre,
- La localisation de la découverte (numéro de l'éolienne concernée, distance au mât, orientation),
- La cause présumée de la mort (en fonction de l'espèce, de son état apparent et de sa localisation par rapport aux obstacles présents).

Chaque individu est également photographié. Lorsque l'identification sur le terrain n'est pas possible, la carcasse est prélevée pour être identifiée ensuite. Dans ce cadre, le personnel du CPIE dispose, conformément à la réglementation en vigueur, d'une autorisation de transport de cadavres d'espèces protégées déposée à la DREAL (avec obligation de transmission d'un rapport d'activités dans un délai de trois mois à l'issue de la période de validité de l'autorisation) et confirmée par arrêté préfectoral.

Le protocole national propose de prospecter :

« Toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes et moins ; pour les parcs de plus de 8 éoliennes contenant n éoliennes : au minimum $8 + (n - 8) / 2$.

Les éoliennes sont alors choisies de la façon suivante :

- *En priorité les éoliennes équipées d'un enregistreur automatique à ultrasons pour les chauves-souris,*
- *Puis 50 % des éoliennes sont choisies parmi les éoliennes jugées les plus à risques lors de l'étude d'impact (ou les éoliennes ayant montré une mortalité plus importante lors des suivis antérieurs),*
- *Les éoliennes restantes sont choisies de façon aléatoire afin de disposer d'éoliennes représentatives en termes d'environnement, végétation, etc. ».*

Le parc éolien étant composé de 5 éoliennes, toutes ont donc été prospectées.

Les cadavres ne pouvant pas tous être trouvés par les observateurs, il convient de réaliser une estimation de la mortalité. Pour cela, à chacune des périodes (S20 à 30 et S31 à 43) un test de persistance des cadavres ainsi qu'un test d'efficacité de recherche sont effectués.

4.3 CALENDRIER DES SORTIES DE PROSPECTION

Ainsi en 2023, 24 passages ont été réalisés, de la semaine 20 à la semaine 43 dans le cadre du protocole standardisé de mortalité des chiroptères et des oiseaux, soit du 15 mai 2023 au 23 octobre 2023. Le tableau-ci-dessous précise les dates de sorties, les observateurs mobilisés ainsi que les conditions météorologiques lors des prospections.

Tableau 4 : Dates, observateurs et conditions météorologiques lors du suivi 2023

Passage	Protocole	Date	Observateurs	Conditions météorologiques
1	Standardisé	15/05/2023	Florian COMESSE / Maurine WAGNER	Ensoleillé, T° : 14-15°C
2	Standardisé	22/05/2023	Florian COMESSE / Maurine WAGNER	Couvert-Brumeux, T° : 15-16°C
3	Standardisé	29/05/2023	Florian COMESSE / Maurine WAGNER	Ensoleillé, T° : 21-23°C
4	Standardisé	05/06/2023	Thomas FACQ	Ensoleillé, T° : 20-23°C
5	Standardisé	12/06/2023	Thomas FACQ	Couvert, T° : 16-18°C
6	Standardisé	19/06/2023	Florian COMESSE / Maurine WAGNER	Ensoleillé-Couvert, T° : 27-32°C
7	Standardisé	26/06/2023	Florian COMESSE / Maurine WAGNER	Ensoleillé, T° : 28-31°C
8	Standardisé	03/07/2023	Lucie SCHMITT / Maurine WAGNER	Couvert, T° : 20-23°C
9	Standardisé	10/07/2023	Florian COMESSE / Maurine WAGNER	Ensoleillé, T° : 27-29°C
10	Standardisé	17/07/2023	Florian COMESSE / Maurine WAGNER	Ensoleillé, T° : 23-25°C
11	Standardisé	24/07/2023	Florian COMESSE / Lucie SCHMITT	Ensoleillé-Couvert, T° : 24°C
12	Standardisé	31/07/2023	Florian COMESSE / Lucie SCHMITT	Ensoleillé, T° : 19-21°C
13	Standardisé	07/08/2023	Florian COMESSE / Maurine WAGNER	Ensoleillé, T° : 21-24°C
14	Standardisé	14/08/2023	Florian COMESSE / Maurine WAGNER	Ensoleillé-Couvert, T° : 23-24°C
15	Standardisé	21/08/2023	Lilian ENCINAS / Thomas FACQ	Ensoleillé, T° : 30-33°C
16	Standardisé	28/08/2023	Thomas BALOGÉ / Florian COMESSE	Ensoleillé, T° : 14-17°C
17	Standardisé	04/09/2023	Florian COMESSE / Maurine WAGNER	Ensoleillé, T° : 28-30°C
18	Standardisé	11/09/2023	Florian COMESSE / Lilian ENCINAS	Couvert, T° : 24-31°C

Passage	Protocole	Date	Observateurs	Conditions météorologiques
19	Standardisé	19/09/2023	Clarisse VUILLEMOT / Maurine WAGNER	Couvert, T° : 22°C
20	Standardisé	25/09/2023	Florian COMESSE / Maurine WAGNER	Ensoleillé, T° : 23-26°C
21	Standardisé	02/10/2023	Achille DROUHARD / Maurine WAGNER	Ensoleillé, T° : 31-34°C
22	Standardisé	09/10/2023	Clarisse VUILLEMOT / Maurine WAGNER	Ensoleillé, T° : 27-29°C
23	Standardisé	16/10/2023	Mathieu AUBRY / Maurine WAGNER	Ensoleillé-Couvert, T° : 12-14°C
24	Standardisé	23/10/2023	Mathieu AUBRY / Tristan COLIN / Florian COMESSE	Couvert, T° : 11-13°C

Les tests d'efficacité de recherche ont été réalisés en début de période, soit le 29 mai et le 14 août 2023 sur le parc éolien.

Le premier test de persistance a été effectué lors de la semaine 22 (pose de souris appâts le 29 mai 2023) et de la semaine 32 (07 août 2023) pour le second test de persistance. Les souris ont été suivies à J+1, J+4, J+7, J+10 et J+14 pour les deux périodes.

5. ESTIMATION DE LA MORTALITE

Conformément aux recommandations d'EUROBATS (RODRIGUES et al., 2015), repris dans le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2018), les résultats bruts du suivi de la mortalité doivent être extrapolés pour juger le plus précisément possible la sensibilité du parc. Les résultats sont distingués pour les chauves-souris d'une part et les oiseaux d'autre part.

Pour cela il est mentionné dans le protocole :

« Utiliser au moins 3 formules de calcul des estimateurs standardisés à l'échelle internationale pour faciliter les comparaisons :

- *la formule de Huso (2010) ;*
- *deux formules aux choix parmi : Erickson, 2000 ; Jones, 2009 ; Korner-Nievergelt, 2015 ; Limpens et al, 2013 ; Bastos et al, 2013, Dalthorp et Al 2017, etc. ».*

Les méthodes présentées dans ce rapport sont les quatre méthodes suivantes :

- HUSO (2010),
- ERICKSON (2000),
- JONES (2009),
- KORNER-NIEVERGELT (2011),

Les formules d'Huso, Erickson et Jones sont calculées à l'aide de l'application EolApp développée par le CEFE-CNRS de Montpellier. Cette application permet d'estimer avec précision la mortalité réelle sur un parc éolien à l'aide des 3 formules. Elle calcule également les coefficients de prédation et d'efficacité, ainsi que les intervalles de confiance des estimations à 80% et 95%. Les statistiques de la méthode de Korner sont calculées grâce à R.

Les données brutes figurent dans ce rapport et les estimations sont réalisées sur l'ensemble de la période suivie selon le même protocole standardisé (S20 à 43). Les estimations sont appliquées de la même façon aux résultats concernant les oiseaux.

5.1 DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE CORRECTION

La mortalité estimée sur le parc éolien correspond au nombre de cadavres trouvés ajouté à ceux qui ne l'ont pas été. Ces carcasses non trouvées peuvent soit ne pas avoir été vues par l'observateur au cours de sa recherche, soit avoir été prédatées avant le passage de l'observateur, soit être situées dans la surface non prospectée (végétation trop dense).

Pour pallier ces biais et ainsi pouvoir estimer la mortalité « réelle », des tests de correction sont réalisés. Des leurres (souris et fausses chauves-souris) sont utilisés pour mesurer la persistance des cadavres (coefficient p) ainsi que le taux de détection (coefficient d), propres au site et à l'observateur, et ainsi calculer des coefficients correcteurs.

5.1.1 DETERMINATION DE P : PERSISTANCE DES CADAVRES

Le taux de persistance correspond à la durée pour laquelle un animal mort va rester sur le parc avant d'être prédaté suite à une collision/barotraumatisme. Aux jours J+1, J+4, J+7 et J+10 et J+14, les leurres (ici, utilisation de souris) qui ont été déposés sont recherchés. Les résultats permettent de calculer le temps moyen de persistance t_m , exprimé en jour. Cette durée de persistance varie en fonction de la saison, notamment en fonction de la disponibilité en proies vivantes pour les prédateurs qui peuvent parfois s'avérer charognards, et de la vitesse de décomposition du cadavre, liée à la météo. En fonction du nombre de leurres disparus nous obtenons un taux de persistance qui illustre la proportion de cadavres encore présents au bout d'une semaine (pas de temps entre deux passages = 7 jours) par rapport au nombre réel.

5.1.2 DETERMINATION DE D : TAUX DE DETECTION

Le taux de détection mesure la proportion de cas de mortalité trouvés par l'observateur par rapport au nombre réel de cadavres présents au sol. Les leurres sont disposés sous les éoliennes, dans la zone prospectable au sein du carré de recherche protocolé, par une personne différente de l'observateur habituel. Ils sont déposés de manière aléatoire, aussi bien dans les parties cultivées du carré, dans les surfaces enherbées que sur la plateforme en gravier. Après le dépôt des leurres (ici, utilisation de chambre à air découpée de tailles diverses) par une personne différente, l'observateur habituel effectue son protocole de recherche de mortalité. Le nombre de leurres découverts par rapport au nombre de leurres déposés constitue le taux de détection. Le taux de détection est variable en fonction de la visibilité sur le terrain, qui dépend principalement de la hauteur de végétation et du type de sol. En conséquence, la disposition des leurres prend en compte la diversité des couverts susceptibles d'être rencontré sur le site éolien afin d'être le plus proche de la réalité.

5.1.3 DETERMINATION DE S : SURFACE PROSPECTEE

Un autre biais à prendre en compte est la surface réellement prospectée (coefficient s), par rapport à la surface « théorique ». En effet au-delà d'une certaine hauteur ou d'une certaine densité de végétation, la surface n'est pas prospectée, la visibilité étant jugée trop insuffisante ; la surface prospectée totale est donc corrigée. Pour chaque passage et chaque éolienne, le pourcentage de la surface prospectée est noté. Si tout le carré a été prospecté, $s=100\%$. Si la végétation était trop haute et que seuls la base et le chemin d'accès ont été prospectés, la surface non prospectée sera soustraite. La moyenne de ces pourcentages sur l'ensemble du suivi ou de la période permet d'obtenir le pourcentage de surface réellement prospectée et de calculer la valeur de s .

5.2 METHODE DE CALCUL DE L'ESTIMATION

Bien que l'estimation d'un taux de mortalité sur un parc éolien présente des limites en raison des nombreux biais influant sur cette estimation, elle reste cependant utile pour pouvoir comparer les résultats de cette étude sur la mortalité avec ceux d'autres parcs éoliens ayant appliqué un protocole similaire et utilisant les mêmes critères d'estimation et afin de donner une idée de l'impact réel de l'exploitation des aérogénérateurs.

D'après la littérature, quatre méthodes d'estimation sont actuellement utilisées et sont détaillées dans les paragraphes suivants.

5.2.1 ERICKSON (2000)

Cette méthode d'estimation permet de réaliser le calcul même avec un taux de prédation très élevé, y compris lorsque le taux de persistance est nul.

$$N = \frac{I * C}{tm * d * s}$$

Avec :

- N : le nombre de cadavres estimés total sur la période et les éoliennes considérées,
- C : le nombre total de chauves-souris ou d'oiseaux morts trouvés dans le cadre du suivi, dont la mort est liée aux éoliennes,
- I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours),
- tm : la durée moyenne de persistance (en jours),
- d : efficacité de recherche de l'observateur (taux de détection),
- s : surface réellement prospectée (au-delà d'une certaine hauteur de végétation, la surface n'est pas prospectée, la visibilité étant jugée trop insuffisante ; la surface prospectée est donc corrigée).

5.2.2 JONES (2009)

JONES (2009) propose une manière plus fine pour calculer le taux de persistance, en se basant sur plusieurs hypothèses. Tout d'abord, la mortalité est constante sur l'intervalle de temps entre deux passages. Ensuite, la fonction la plus juste pour représenter la durée de persistance est la fonction exponentielle négative, et enfin la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle.

On obtient alors la fonction suivante pour le calcul du taux de persistance :

$$p = e^{-0,5*I/tm}$$

JONES (2009) introduit également la notion d'intervalle effectif. Plus l'intervalle I est long et plus le taux de persistance tend vers 0. Un cas de mortalité découvert au bout d'un intervalle I très long n'est certainement pas mort au début de cet intervalle. Il est plus vraisemblablement mort dans « l'intervalle effectif » qui correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance est inférieur à 1%.

L'intervalle effectif $\hat{I}$ est donc égal à : $-\log(0,01) * tm$

La valeur estimée de la mortalité s'obtient alors comme suit :

$$N = \frac{C}{d * s * e^{-0,5 * \frac{I}{tm} * a}}$$

Avec :

- N : Le nombre de cadavres estimés total sur la période et les éoliennes considérées,
- C : Le nombre de cadavres comptés,
- s : Coefficient de correction surfacique,

- d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection,
- a : Le coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à : $\frac{\min(I;\hat{I})}{I}$
- I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours),
- tm : La durée moyenne de persistance (en jours).

On notera que dans l'équation, I prendra la valeur minimale entre I et $\hat{I}$.

5.2.3 HUSO (2010)

HUSO (2010) se base sur les mêmes hypothèses de départ que JONES, et considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance.

$$p = \frac{tm * (1 - e^{-I/tm})}{I}$$

D'où :

$$N = \frac{C}{d * s * \frac{tm * (1 - e^{-I/tm})}{I} * a}$$

Avec :

- N : Le nombre de cadavre estimés total sur la période et les éoliennes considérées,
- C : Le nombre de cadavres comptés,
- s : Coefficient de correction surfacique,
- d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection,
- a : Le coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à : $\frac{\min(I;\hat{I})}{I}$
- I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours),
- tm : La durée moyenne de persistance (en jours).

De même que pour JONES, I prendra la valeur minimale entre I et $\hat{I}$ dans l'équation.

5.2.4 KORNER-NIEVERGELT (2011)

Korner-Nievergelt (2011) propose un calcul différent pour le temps moyen de persistance avec la fonction exponentielle négative, étant la fonction la plus juste pour représenter le taux de persistance :

$$p = e^{-\frac{1}{tm}}$$

La formule développée ci-après suppose que les cadavres disparaissent à une probabilité constante à cause des prédateurs et que le chercheur a une efficacité constante dans le temps et pour tous les cadavres. Les passages sont effectués à intervalle régulier.

$$N = \frac{C * n * I}{d(tm \frac{1 - tm^I}{1 - tm}) * (\sum_{i=0}^{n-1} (n - i) (1 - d) tm^I)^i}$$

Avec :

- n : le nombre total de passages mortalité,

- i : le passage au temps donné i ,
- $\sum_{i=0}^{n-1} (n - i)$: la somme des passages au temps donné i

A noter que cette estimation ne prend pas en compte la surface réelle prospectée. Cela signifie que cette estimation considère que la surface prospectée est de 100%.

Dans la méthode de Korner-Nievergelt, pour le calcul du temps moyen de persistance tm (en jours), nous partons du principe que, lors du test de persistance, si x cadavres ont disparu à $J+2$ ($cd_{J+2} = x$), alors le temps de persistance de x est compris entre 1 et 2 jours : ils étaient encore présents à $J+1$ mais pas à $J+2$. Le temps de persistance est alors estimé à 1,5 jours. Le temps de persistance de x disparus entre $J+4$ et $J+7$ est estimé à 5,5 jours (moyenne entre 4 et 7).

Ainsi, nous avons utilisé la formule suivante pour le calcul de tm :

$$tm = \frac{cd_{j+1} * 0,5 + cd_{j+4} * 2,5 + cd_{j+7} * 5,5 + cd_{j+10} * 8,5 + cd_{j+14} * 12 + cr_{j+14} * 14}{c_{tot}}$$

Avec :

- tm : temps moyen de persistance
- cd_{j+n} : nombre de leurres disparus entre le jour $n-1$ et le jour n
- cr_{j+n} : nombre de leurres restants au jour n
- c_{tot} : nombre total de leurres déposés

6. RESULTATS DES TESTS DE CORRECTION ET SURFACE PROSPECTEE

6.1 TEST D'EFFICACITE DE RECHERCHE

Le premier test d'efficacité de recherche a été réalisé le 29 mai, le second le 14 août 2023. Le tableau ci-dessous présente l'efficacité de recherche sur le parc éolien suivi et les résultats obtenus.

Tableau 5 : Résultats du test d'efficacité de recherche

	Nombre de leurres déposées	Nombre de leurres trouvées	Coefficient d'efficacité de recherche sur le parc
Test du 29/05/2023	42	37	0.88 = 88%
Test du 14/08/2023	24	16	0.66 = 66%

Le coefficient de recherche lors du premier test est de 88%, et de 66% lors du second test. Rapportés sur l'ensemble du suivi, cela équivaut à un coefficient de 0.77 = 77%.

En période 1 (avant récolte des céréales notamment), la surface prospectable est réduite, elle est essentiellement constituée des plateformes à bonne visibilité. En période 2, l'ensemble du carré de 117m de côté est prospecté, la visibilité est moins bonne (chaumes de céréales, labours etc.). Il est donc attendu d'avoir un meilleur coefficient d'efficacité de recherche en période 1 sur le site.

6.2 TEST DE PERSISTANCE DES CADAVRES

Le premier test de persistance a débuté avec une pose des souris le 29 mai 2023 et le second le 7 août 2023. Une quinzaine de rongeurs ont été déposés sur le site éolien d'Yrouerre à chaque session. Le tableau ci-dessous donne le nombre de souris disparues et présentes, à chaque vérification pour les deux tests.

Tableau 6 : Résultats des tests de persistance

Test de persistance N°1					
Jour de vérification	J+1	J+4	J+7	J+10	J+14
Date	30/05/23	02/06/23	05/06/23	08/06/23	12/06/23
N° du cadavre					
1	1	1	⊖	⊖	⊖
2	1	1	⊖	⊖	⊖
3	1	1	⊖	⊖	⊖
4	1	⊖	⊖	⊖	⊖
5	1	1	1	1	⊖
6	1	1	1	1	1
7	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
8	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
9	1	⊖	⊖	⊖	⊖
10	1	1	⊖	⊖	⊖
11	1	1	⊖	⊖	⊖
12	1	1	1	1	1
13	1	1	⊖	⊖	⊖
14	1	⊖	⊖	⊖	⊖
15	1	⊖	⊖	⊖	⊖
Total de souris présente	13	9	3	3	2
Total de souris disparu entre 2 passages	2	4	6	0	1
Test de persistance N°2					
Jour de vérification	J+1	J+4	J+7	J+10	J+14
Date	08/08/23	11/08/2023	14/08/2023	17/08/23	21/08/23
N° du cadavre					
1	1	1	⊖	⊖	⊖
2	1	1	⊖	⊖	⊖
3	1	1	1	1	1
4	1	⊖	⊖	⊖	⊖
5	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
6	1	⊖	⊖	⊖	⊖
7	1	⊖	⊖	⊖	⊖
8	1	⊖	⊖	⊖	⊖
9	1	⊖	⊖	⊖	⊖
10	1	1	1	⊖	⊖
11	1	1	⊖	⊖	⊖
12	1	1	1	1	⊖
13	1	1	⊖	⊖	⊖
14	1	1	⊖	⊖	⊖
15	1	1	⊖	⊖	⊖
Total de souris présente	14	9	3	2	1
Total de souris disparu	1	5	6	1	1

Ces résultats nous amènent à une durée moyenne de persistance de tm : 5,48 jours pour l'ensemble du suivi. On remarque que dans les deux cas, seulement 3 souris restaient à J+7. Les tests de prédation démontrent que les carcasses ont une faible durée de persistance sur ce parc éolien.

A titre de comparaison cette valeur était 5,06 jours en 2021 (seul le test estival avait été réalisé) et de 4,10 jours en 2022. La persistance des cadavres testés est légèrement plus élevée en 2023, cette valeur reste globalement similaire entre les trois années de suivi.

6.3 SURFACE PROSPECTEE ET ASSOLEMENT

La surface prospectée à chaque campagne est détaillée dans le tableau suivant. En cas de maintenance sur une turbine lors de notre passage, la recherche au pied de celle-ci n'est pas effectuée pour des questions de sécurité, la surface prospectée est donc de $s=0\%$. La surface s est égale à la moyenne de chaque surface prospectée tout au long du suivi ou de la période.

Tableau 7 : Surface prospectée lors de la période suivie par le protocole standardisé (de la S20 à la S43)

	Surface prospectée – Valeur de s en %											
Éolienne	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
E1	15	15	15	15	15	15	15	100	100	100	100	100
E2	14	14	14	14	14	14	14	14	100	100	100	100
E3	12	12	12	12	12	12	12	100	100	100	100	100
E4	13	13	13	13	13	13	13	100	100	100	100	100
E5	10	10	10	10	10	10	10	10	80	90	100	100
Éolienne	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24
E1	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
E2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
E3	100	100	100	100	12	12	12	12	12	12	12	12
E4	100	100	100	100	100	100	70	100	100	100	100	100
E5	100	100	100	100	100	0	70	100	100	100	100	100
S	$S = 0.6482 = 64.82\%$											

La valeur moyenne de surface prospectée sur l'ensemble de la période du suivi standardisé est égale à **$S=0,6482=64,82\%$** .

Le tableau ci-dessous liste les assolements présents sur le parc lors du suivi de la mortalité.

Tableau 8 : Assolement sur un carré de 117m autour de l'éolienne durant le protocole standardisé (de la S20 à la S43)

Éolienne	% Plateforme	% Culture
E1	15	85
E2	15	85
E3	15	85
E4	15	85
E5	15	85

7. RESULTATS DE L'ETUDE DE LA MORTALITE SUR LES CHIROPTERES 2023

7.1 NOMBRE, ESPECES ET STATUT DES CHIROPTERES TROUVES

7.1.1 MORTALITE OBSERVEE EN 2023

Sur le parc éolien d'Yrouerre, **2 chauves-souris** ont été trouvées dont 1 découverte en dehors des passages protocolés :

- 1 Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri*
- 1 Chiroptère indéterminé *Chiroptera sp.*

Tableau 9 : Détails des chiroptères trouvés sur le parc éolien d'Yrouerre en 2023

Date	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Éolienne	Distance par rapport au mât	Orientation	Sexe ⁴	Age ⁵	Remarque
30/05/23	<i>Chiroptera sp.</i>	Chiroptère sp.	E1					Trouvé hors protocole
04/09/23	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	E2	40m	SO	F		Barotraumatisme

⁴ Sexe : M = Mâle ; F = Femelle

⁵ Age : AD : Adulte

7.1.2 STATUTS DE PROTECTION ET VULNERABILITE DES ESPECES

Le tableau, ci-après, récapitule le statut de rareté et réglementaire des espèces trouvées en 2023. Toutes les espèces de chiroptères sont protégées et inscrites à l’annexe IV de la Directive Habitats Faune Flore.

Tableau 10 : Statuts de protection et vulnérabilité des espèces des chiroptères trouvées sur le parc d’Yrouerre en 2023

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre total retrouvé	Statut	DHFF (CEE,1992) ⁶	Liste rouge France (UICN, 2020) ⁷	Liste rouge régionale (UICN, 2014) ⁸
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	1	Protégée	Annexe IV	NT	NT

La figure, ci-dessous, fait référence à la distribution des cas de mortalité des chiroptères par espèce et dus aux éoliennes sur le territoire Champardennais. Le parc éolien d’Yrouerre est en région Bourgogne Franche-Comté mais reste proche de la Champagne-Ardenne. Les résultats, ci-dessous, permettent d’avoir un aperçu de la sensibilité des espèces face aux éoliennes.

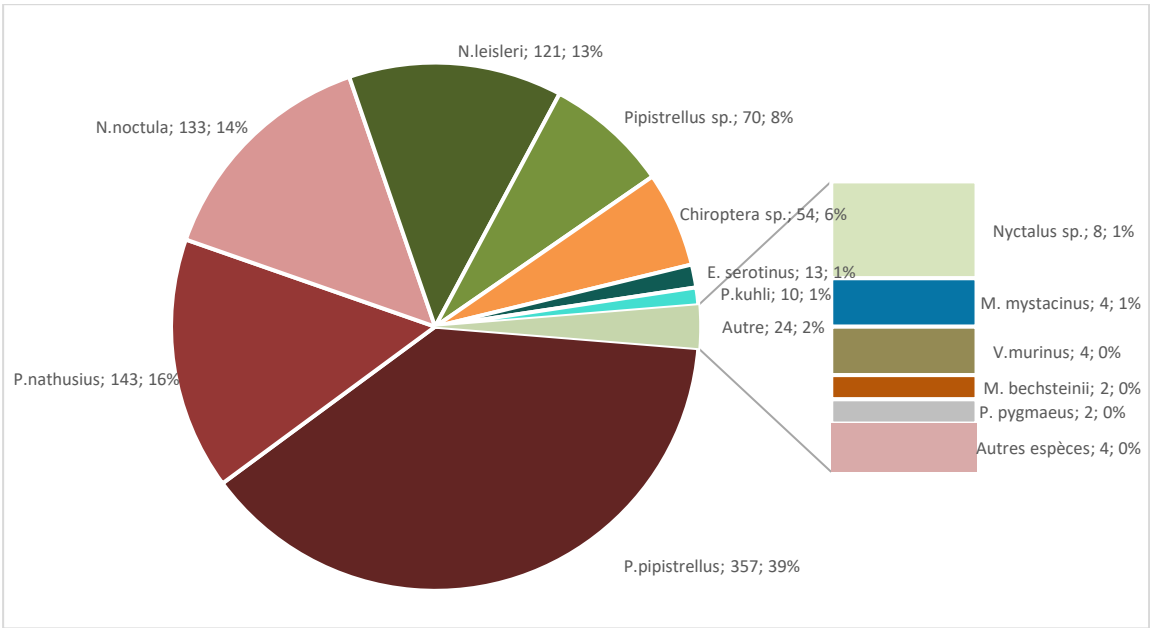


Figure 3 : Distribution des cas de mortalité de chiroptères dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne et Meuse (N=925) (CHINAL, 2022)

⁶Annexe II : Espèces animales et végétales d’intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation, Annexe IV : liste les espèces animales et végétales d’intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte : elle concerne les espèces devant être strictement protégées. Cette liste a été élaborée sur la base de l’annexe 2 de la Convention de Berne. Certains groupes taxonomiques sont plus strictement protégés par la Directive HFF que par la Convention tels que les chauves-souris et les cétacés (CEE, 1992)
⁷ Niveau de menaces : Liste rouge nationale (UICN et al., 2017) ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacée ; LC : Préoccupation mineure
⁸ Niveau de menaces : Liste rouge nationale (UICN et al., 2017) ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacée ; LC : Préoccupation mineure

La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) est une espèce migratrice effectuant des déplacements sur de longues distances à haute altitude (ARTHUR L. et LEMAIRE M. 2021). Les cas de mortalité en Europe sont environ moitié moins élevés que la Noctule commune, avec 813 cas dont 243 en France (DÜRR, août 2023). En Champagne-Ardenne les deux espèces de noctules semblent autant impactées l'une que l'autre par les éoliennes, la Noctule de Leisler représente 13% des cas de mortalité compilés (CHINAL, 2022).

7.2 ANALYSE STATISTIQUE ET TENDANCE

7.2.1 TENDANCE SUR L'ENSEMBLE DU PARC EOLIEN

Deux cas de mortalité de chiroptères ont été trouvés, dont un hors protocole. Celui-ci n'est pas pris en compte dans les estimations suivantes. Le résultat brut du parc éolien d'Yrouerre (1 cadavre protocolé) engendre une moyenne de 0,2 cas de mortalité par éolienne sur les 24 semaines de suivi standardisé et sur les 5 éoliennes concernées.

Tableau 11 : Mortalité brute des chiroptères sur le parc éolien d'Yrouerre en 2023

Résultats de la mortalité brute	Sur tout le parc	Par éolienne
Durant la période s20 à 43	1	0,2

7.2.2 ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE

Trois tests ont été réalisés afin de déterminer les coefficients de correction pour la persistance des cadavres, la surface prospectée et l'efficacité de recherche.

7.2.2.1 CALCUL DES COEFFICIENTS DE CORRECTION

La valeur du coefficient de correction de l'efficacité de recherche, ou capacité de détection, est fonction du coefficient des observateurs et du site éolien (végétation, type de plateforme, type de sol, etc.).

D'après ce calcul, :

- **d = 0.77** sur la période, c'est-à-dire qu'environ 77% des cadavres présents sont détectés lors du suivi.

Le test de prédation a permis de déterminer un temps moyen de persistance de :

- **Temps moyen : 5,48** jours pour la période suivie (semaine 20 à 43),

Le coefficient de correction surfacique **s** sur l'ensemble du suivi est de **S=64,82%**. Cela signifie qu'un peu plus de 30% de la surface n'ont pas pu être prospectés et/ou que la visibilité ne permettait pas de détecter des cadavres sur une partie de la surface à prospecter (végétation trop haute avant la période de récoltes).

7.2.2.2 ESTIMATION DE LA MORTALITE

Les tableaux suivants résument les valeurs des estimations de la mortalité en fonction des différentes méthodes de calcul. Ces estimations ont été calculées avec les données issues des prospections du 15 mai 2023 au 23 octobre 2023.

Remarque : d'après Korner-Nievergelt *et al.* (2011), lorsque moins de dix carcasses sont trouvées (ce qui est le cas ici avec 1 cadavre), les résultats sont peu robustes, et d'autant plus si la probabilité de détection est faible.

Tableau 12 : Estimation de la mortalité des chiroptères et intervalle à 95% et 80% sur le parc éolien d'Yrouerre (mortalité sur le parc)

Estimation de la mortalité réelle	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95%	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 80%	Valeur estimée	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 80%	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95%
Méthode de Erickson	0,00	0,00	2,37	5,72	8,50
Méthode de Huso	0,00	0,00	3,33	7,58	11,27
Méthode de Jones	0,00	0,00	3,55	8,25	12,25
Méthode de Korner-Nievergelt	1,00	1,00	3,00	9,00	15,00

Les estimations de la mortalité des chiroptères sur l'ensemble du parc se situent entre 2,37 pour la valeur la plus basse (Erickson) et 3,55 pour la valeur la plus haute (Jones).

Les résultats nous indiquent qu'il y a 95% de risque d'avoir une mortalité sur le parc comprise entre 0 et 8,50 pour la méthode d'Erickson (borne inférieure la plus basse et borne supérieure la plus élevée) ; ainsi qu'un risque de 80% d'avoir une mortalité sur le parc comprise entre 0 et 12,25 pour la méthode de Jones (borne inférieure la plus basse et borne supérieure la plus élevée).

Tableau 13 : Estimation de la mortalité des chiroptères et intervalle à 95% et 80% sur le parc éolien d'Yrouerre (mortalité par éolienne)

Estimation de la mortalité réelle	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95%	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 80%	Valeur estimée	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 80%	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95%
Méthode de Erickson	0	0	0,47	1,14	1,7
Méthode de Huso	0	0	0,66	1,51	2,25
Méthode de Jones	0	0	0,71	1,65	2,4
Méthode de Korner-Nievergelt	0,2	0,2	0,6	1,8	3

Rapportés en mortalité par éolienne, les résultats des estimations indiquent une mortalité comprise entre 0,47 et 0,71 chiroptères par éolienne et par an.

Si nous nous intéressons aux intervalles de confiance, les résultats nous annoncent à 95% une mortalité située entre 0 et 1,7 cadavres par éolienne pour l'estimation à la borne inférieure la plus faible (Erickson) et entre 0,2 et 3 pour la borne supérieure la plus élevée (Korner-Nievergelt) ; ainsi qu'un risque de 80% d'avoir une mortalité sur le parc comprise entre 0 et 1,14 cadavres par éolienne pour la

méthode d'Erickson (borne inférieure la plus basse) et entre 0 et 1,8 pour la méthode de Korner-Nievergelt (borne supérieure la plus haute).

7.2.3 COMPARAISON DES RESULTATS AVEC LES ANNEES PRECEDENTES

La mortalité sur le parc éolien d'Yrouerre est suivie depuis 2021 par le CPIE du Sud Champagne. En 2021, le protocole national a été appliqué entre les semaines 31 et 43. Le protocole et les périodes suivies sont identiques en 2022 et 2023 ; les résultats obtenus sur ces deux années peuvent être comparés afin d'étudier l'évolution de la mortalité et l'efficacité du bridage en faveur des chiroptères mis en place en 2022 puis affiné en 2023.

En 2021, 16 cadavres de chauves-souris ont été découverts entre la semaine 31 et la semaine 43 dont 2 en dehors des passages protocolés.

Tableau 14 : Évolution de la mortalité sur le parc éolien d'Yrouerre

Année de suivi	Nombre de cadavre trouvé	Nombre de cadavre estimé par éolienne	Nombre de cadavre estimé sur le parc
2022	12	6,20 – 9,69	31 – 48,47
2023	1	0,47 – 0,71	2,37 – 3,55

7.2.4 CONCLUSION SUR LA MORTALITE DES CHIROPTERES EN 2023

Deux chiroptères ont été trouvés sous les éoliennes lors du suivi de la mortalité 2023.

Tableau 15 : Nombre de chiroptères trouvés en fonction des mois

Mois	Nombre de cadavre 2022	Nombre de cadavre 2023
E1	5	1*
E2	4	1
E3	2	-
E4	-	-
E5	1	-

* : cadavres trouvés hors protocole

Tableau 16 : Nombre de chiroptères trouvés en fonction des mois

Mois	Nombre de cadavre 2021	Nombre de cadavre 2022	Nombre de cadavre 2023
Mai	Pas de suivi	2	1*
Juin	Pas de suivi	-	-
Juillet	Pas de suivi	4	-
Aout	5	4	-
Septembre	8+1*	-	1
Octobre	1+1*	2	-

* : cadavres trouvés hors protocole

En 2021, le suivi de la mortalité a débuté en août, mais la période de transit automnal montrait déjà un fort enjeu. En 2022, un bridage du parc a eu lieu à partir d'août mais des cas de mortalité ont tout de même été comptabilisés après sa mise en place. La période d'émancipation des jeunes et le transit automnal sont fortement impactés.

En Allemagne, des travaux ont démontré que le nombre de chauves-souris estimé tué par éolienne et par an se situe entre 8 et 10 chauves-souris (Korner-Nievergelt F., et al 2013). Ces chiffres semblent comparables sur les parcs éoliens de notre région, fréquentée par les mêmes espèces migratrices que l'Allemagne : Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle commune, Noctule commune et Noctule de Leisler. D'après la bibliographie, un groupe d'experts allemand estime que pour que l'impact soit jugé non significatif, le nombre de cas de mortalité de chauves-souris estimé par éolienne et par an doit être inférieur à deux. Au-delà de ce seuil, l'impact est jugé important et des mesures réductrices d'impacts sont nécessaires (Behr O., et al 2015). En France, aucun seuil d'acceptabilité n'est défini sur le nombre de cadavres des chauves-souris par éolienne. Nous nous basons donc sur le seuil utilisé en Allemagne.

D'après les résultats ci-dessus, et malgré la mise en place du bridage, l'éolienne E2 est la plus impactante du parc éolien, l'éolienne E1 l'est aussi mais le cadavre découvert cette année l'a été en dehors des passages protocolés. La carte de l'annexe 1 présente ces résultats.

Les différents résultats des estimations de la mortalité sur le parc éolien d'Yrouerre sur les chiroptères nous amènent à penser que la mortalité réelle serait située entre 2, 37 et 3,55 individus. Dans ce cas le nombre estimé de cadavres par éolienne sur la période se situe entre 0,47 et 0,71 soit en dessous du seuil considéré par les études allemandes. Avant la mise en place du bridage, les estimateurs calculaient un nombre compris entre 6,20 et 9,69 cadavres par an et par éolienne. Ainsi, la mise en œuvre d'une mesure réductrice était nécessaire et s'avère efficace.

En 2022, l'application EolPower a été développée par le CEFE CNRS de Montpellier. Dans le cas d'un parc éolien existant, l'application a pour objectif d'évaluer le niveau de précision fournit par un protocole de suivi existant. En définissant un seuil d'acceptabilité (ici 2 cadavres par an et par éolienne) et grâce aux données de terrain (nombre brut de cadavres, surface prospectée, taux d'efficacité de recherche et taux de prédation), cette application donne une probabilité d'avoir atteint ou dépassé le seuil de mortalité écologique.

Seuil écologique atteint

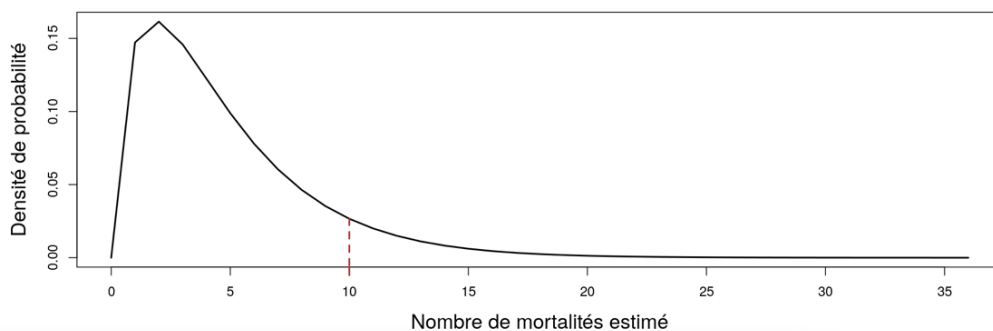
Probabilité d'avoir atteint ou dépassé le seuil de mortalité écologique : 10.4%

Probabilité d'être en-dessous du seuil de mortalité écologique : 89.6%

Nombre de mortalités estimé : 2 mortalités

Intervalle de confiance à 95% : 1 - 14 mortalités

Distribution de probabilité du nombre réel de mortalités
(sachant le nombre qui a été observé)



Avec les données du parc d'Yrouerre en 2023, la probabilité d'avoir atteint ou dépassé le seuil de mortalité écologique pour les chiroptères est de 10,4% avec un risque statistique toléré de 0,05. En 2022, EolPower estimait à 100% la probabilité d'avoir atteint ou dépassé ce seuil. Ces résultats sont en adéquation avec nos conclusions. Ainsi, la mise en œuvre d'une mesure réductrice était nécessaire et est efficace. En 2023, un suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle a été renouvelé.

8. RESULTATS DE L'ETUDE DE LA MORTALITE DE L'AVIFAUNE EN 2023

8.1 NOMBRE, ESPECES ET STATUT DES OISEAUX TROUVES

8.1.1 MORTALITE OBSERVEE EN 2023

En 2023, 9 cadavres de six espèces d'oiseaux différentes ont été trouvés autour des éoliennes dont 1 en dehors des passages protocolés :

- Trois Étourneaux sansonnets *Sturnus vulgaris*,
- Deux Faucons crécerelles *Falco tinnunculus*,
- Un Rougegorge familier *Erithacus rubecula*,
- Un Roitelet à triple bandeau *Regulus ignicapilla*,
- Un Pigeon indéterminé *Columba sp.*
- Un oiseau indéterminé *Aves sp.*

Un Étourneau sansonnet a été découvert en dehors du protocole standardisé.

Deux cadavres de rapaces ont été trouvés lors du suivi de cette année. Le détail des cas de mortalité est précisé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17 : Détails des oiseaux trouvés sur le parc éolien d'Yrouerre en 2023

Date	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Éolienne	Distance par rapport au mât (en m)	Orientation	Sexe	Age	Remarque
21/02/23	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E5	15	NE			Hors protocole
22/05/23	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E4	17	S			
17/07/23	<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	E4	18	NE			
24/07/23	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	E3	27	N			Fracture
28/08/23	<i>Columba</i>	Pigeon sp	E2	32	S			
25/09/23	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	E5	25	N			Fracture
16/10/23	<i>Aves</i>	Oiseau sp	E4	25	NO			
23/10/23	<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familier	E5	84	NO		+1A	
23/10/23	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	E5	38	SO			

Le tableau, ci-dessous, présente le statut de protection et de vulnérabilité des oiseaux retrouvés morts sous les aérogénérateurs du parc éolien d'Yrouerre en 2023.

Tableau 18 : Statut de protection et de vulnérabilité des oiseaux retrouvés en 2023

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre total retrouvé	Statut	Liste rouge nationale (UICN, 2016) de passage ⁹	Liste rouge nationale (UICN, 2016) nicheurs	Liste rouge nicheur régionale (CSRPN, 2007)	Directive oiseaux 79/409/CEE du 2 avril 1979 ¹⁰
<i>Sturnus vulgaris</i>	Etourneau sansonnet	2+1*	Chassable	NA	LC	-	A.II-2
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	2	Protégée	NA	NT	AS	-
<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familier	1	Protégée	NA	LC	-	-
<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	1	Protégée	NA	LC	LC	-

* : Hors protocole

Les figures suivantes illustrent la distribution des cas de mortalité d'oiseaux dus aux éoliennes sur le territoire Champardennais. Le parc éolien d'Yrouerre est en région Bourgogne Franche-Comté mais reste proche de la Champagne-Ardenne, et par conséquent, peut-être comparé avec ces données dans une certaine mesure. Les résultats, ci-dessous, permettent d'avoir un aperçu de la sensibilité des espèces face aux éoliennes.

9 Niveau de menaces UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS (2016) de passage et nicheurs : VU : vulnérable ; NT : quasi-menacée ; LC : préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : (a) introduite après l'année 1500, (b) présente de manière occasionnelle ou marginale et non observée chaque année en métropole, (c) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative, ou Non applicable. (d) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais pour laquelle le manque de données disponibles ne permet pas de confirmer que les critères d'une présence significative ont remplis

10 Annexe I : espèces d'oiseaux menacées dont la conservation nécessite la désignation de Zones de Protection Spéciales ; Annexe II : Espèces pouvant être chassées, Annexe III : Espèces pouvant être commercialisées.

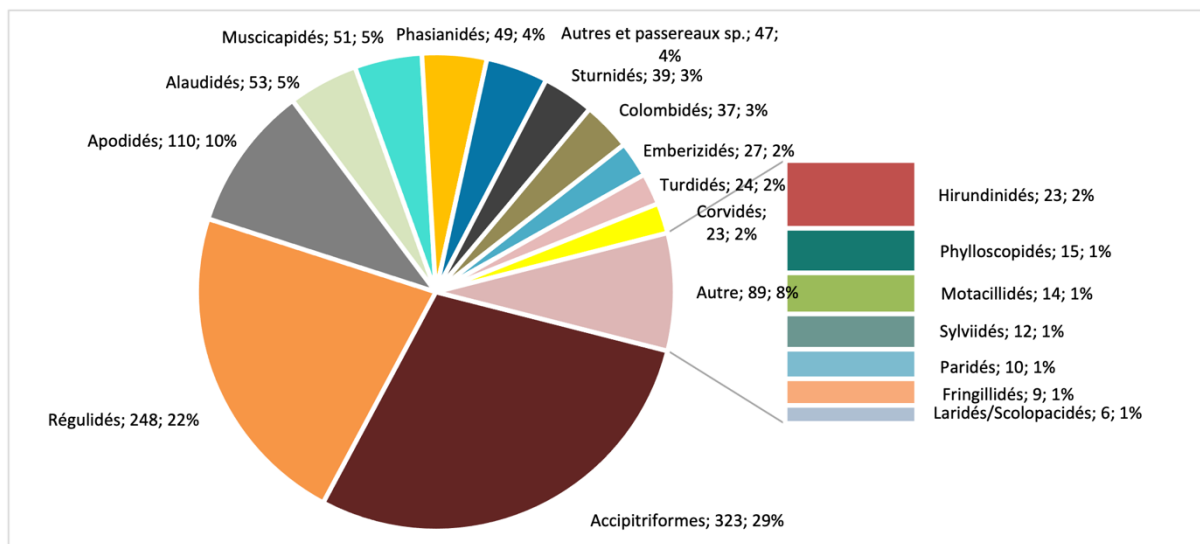


Figure 4 : Distribution des cas de mortalité d'oiseaux, par grandes familles, dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne et Meuse (N=1120) (source : CHINAL, 2022)

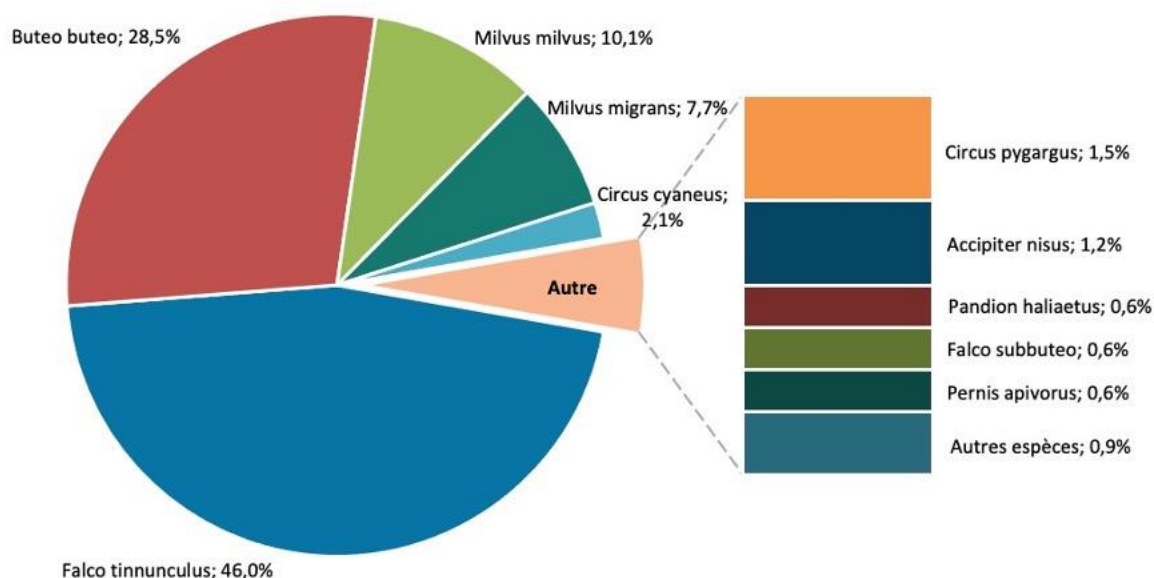


Figure 5 : Distribution des cas de mortalité de rapaces diurnes dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne et Meuse (N=324) (CHINAL, 2022)

L'Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) fréquente les milieux ouverts comme les cultures pour son alimentation au sol. C'est une espèce de la famille des Sturnidés fréquemment retrouvée sous les éoliennes. Les données européennes recensent 365 cas de mortalité dont 190 en France (DÜRR, août 2023).

Le Rougegorge familier (*Erithacus rubecula*), est très commun dans différents types de milieux (bois, jardins, parcs, etc). On fait état de 220 collisions en Europe, dont 89 en France (DÜRR, août 2023).

Le Roitelet à triple bandeau (*Regulus ignicapilla*) est un petit passereau affectionnant les forêts mixtes ou de feuillus. C'est une espèce qui effectue une migration rampante, c'est-à-dire qu'elle utilise les buissons pour se déplacer, n'effectuant pas de longs vols comme il est possible d'observer chez les

fringillidés par exemple ; le gros de cette migration se réalise la nuit. La bibliographie européenne fait état de 492 cas de collisions avérés (DÜRR, août 2023) dont 384 en France.

Le **Faucon crécerelle** (*Falco tinnunculus*) est l'espèce de rapace la plus impactée par les parcs éoliens en France. Les données européennes recensent 867 cas de mortalité dont 347 dans l'hexagone (DÜRR, août 2023). La majorité des cas français sont répertoriés sur le territoire champardennais : 149 cas (CPIE, 2022).

8.2 TENDANCE ET ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE

Neuf cadavres d'oiseaux ont été retrouvés sur le parc éolien d'Yrouerre dont 1 découvert en dehors des passages protocolés.

8.2.1 TENDANCE SUR L'ENSEMBLE DU PARC EOLIEN

Le cadavre découvert hors protocole n'est pas pris en compte dans les analyses suivantes. Sur les 5 éoliennes qui composent le parc éolien, le nombre de cas par éolienne s'élève à 1,6.

Tableau 19 : Mortalité brute des oiseaux sur le parc éolien

Résultats de la mortalité brute	Sur tout le parc	Par éolienne
Durant la période s20 à 43	8	1,6

8.2.2 ESTIMATION DE LA MORTALITE REELLE

8.2.2.1 CALCUL DES COEFFICIENTS DE CORRECTION

Les tests d'efficacité de recherche et de prédation sont identiques pour les chiroptères et pour les oiseaux, ainsi les coefficients nécessaires aux estimations sont eux aussi identiques.

La valeur du coefficient de correction de l'efficacité de recherche, ou capacité de détection, est fonction du coefficient des observateurs et du site éolien (végétation, type de plateforme, type de sol, etc.).

D'après ce calcul, :

- **d = 0.77** sur la période du suivi protocolé c'est-à-dire qu'environ 77% des cadavres présents sont détectés lors de nos prospections.

Le test de prédation a permis de déterminer un temps moyen de persistance de :

- **Temps moyen : 5.48 jours**

Le coefficient de correction surfacique s sur l'ensemble du suivi durant la période est de **S=%=64.82**, **c'est donc plus de 30% de la surface** qui n'ont pas pu être prospectés et/ou la visibilité ne permettait pas de détecter des carcasses sur une partie de la surface prospectée (végétation trop haute avant la période de récoltes).

8.2.2.2 ESTIMATION DE LA MORTALITE

La mortalité réelle de l'avifaune a été estimée et les résultats figurent dans les tableaux ci-dessous. Le cas de l'Etourneau sansonnet trouvé le 21 février 2023 n'entre pas en compte dans les estimations étant donné qu'il a été trouvé en dehors du protocole standardisé.

Ainsi, les différents suivis menés par le CPIE depuis 2011 attestent d'une persistance de plusieurs mois (des Milans noirs et de Buses variables découverts en mars étaient encore sur place en septembre de la même année). Sauf cas exceptionnels, les phénomènes de disparition des cadavres de rapaces sont limités pendant la durée du suivi. La distance de détection, même dans les couverts particulièrement denses, est importante. Pour ces espèces, on ajoutera que le biais observateur est limité.

Tableau 20 : Estimation de la mortalité de l'avifaune et intervalle à 95% et 80% sur le parc éolien d'Yrouerre (mortalité sur le parc)

Estimation de la mortalité réelle	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95%	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 80%	Valeur estimée	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 80%	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95%
Méthode de Erickson	9,15	13,13	21,92	32,9	40,46
Méthode de Huso	13,04	18,51	30,45	44,57	53,15
Méthode de Jones	13,94	19,74	32,64	48,09	57,68
Méthode de Korner-Nievergelt	11	13	20	35	52

Les estimations de la mortalité de l'avifaune sur l'ensemble du parc se situent entre 20 pour la valeur la plus basse (Korner-Nievergelt) et 32,64 pour la valeur la plus haute (Jones).

Les résultats nous indiquent qu'il y a 95% de risque d'avoir une mortalité sur le parc comprise entre 9,15 et 40,46 pour la méthode d'Erickson (borne inférieure la plus basse) et entre 13,94 et 57,68 pour la méthode de Jones (borne supérieure la plus haute) ; ainsi qu'un risque de 80% d'avoir une mortalité sur le parc comprise entre 13 et 35 pour la méthode de Korner-Nievergelt (borne inférieure la plus basse) et entre 19,74 et 48,09 pour la méthode de Jones (borne supérieure la plus élevée).

Tableau 21 : Estimation de la mortalité de l'avifaune et intervalle à 95% et 80% sur le parc éolien d'Yrouerre (mortalité par éolienne)

Estimation de la mortalité réelle	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95%	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 80%	Valeur estimée	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 80%	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95%
Méthode de Erickson	1,83	2,63	4,38	6,58	8,09
Méthode de Huso	2,61	3,70	6,09	8,91	10,63
Méthode de Jones	2,79	3,95	6,53	9,62	11,54
Méthode de Korner-Nievergelt	2,2	2,6	4	7	10,4

Rapportés en mortalité par éolienne, les résultats des estimations indiquent une mortalité comprise entre 4 et 6,53 oiseaux par éolienne et par an.

Si nous nous intéressons aux intervalles de confiance, les résultats nous annoncent à 95% une mortalité située entre 1,83 et 8,09 cadavres par éolienne pour l'estimation à la borne inférieure la plus basse (Erickson) et entre 2,79 et 11,54 pour l'estimation à la borne supérieure la plus élevée (Jones) ; ainsi qu'un risque de 80% d'avoir une mortalité sur le parc comprise entre 2,6 et 7 pour la méthode de Korner-Nievergelt (borne inférieure la plus basse) et entre 3,95 et 9,62 pour la méthode de Jones (borne supérieure la plus élevée).

8.3 CONCLUSION SUR LA MORTALITE DE L'AVIFAUNE

En 2021, seules les semaines 31 à 43 ont fait l'objet d'un suivi standardisé. En 2022 et 2023, le protocole national a été appliqué sur la même période (24 passages entre les semaines 20 à 43). En 2023, un Etourneau sansonnet a été découvert en février, en dehors de la période protocolée. Les espèces d'oiseaux les plus impactées cette année sont l'Etourneau sansonnet avec 3 (2+1 hors protocole) cas et le Faucon crécerelle avec 2 cas.

Au vu de la période de détection, les migrations prénuptiale et postnuptiale ainsi que la reproduction de ces oiseaux sont donc impactées.

Tableau 22 : Nombre d'oiseaux trouvés en fonction des mois

Mois	Nombre de cadavre en 2021	Nombre de cadavre en 2022	Nombre de cadavre en 2023
Février	Pas de suivi	Pas de suivi	1*
Mai	Pas de suivi	-	1
Juin	Pas de suivi	1+7*	-
Juillet	Pas de suivi	2	2
Août	1	4	1
Septembre	1*	1	1
Octobre	1	2	3

* Cadavres trouvés hors protocole

Tableau 23 : Détail du nombre d'oiseaux par éolienne

Éolienne	Nombre de cadavre en 2021	Nombre de cadavre en 2022	Nombre de cadavre en 2023
E1	-	1	-
E2	-	-	1
E3	-	1+1*	1
E4	1	8+5*	3
E5	2	1*	3+1*

* Cadavres trouvés hors protocole

Deux éoliennes présentent le même nombre de cas retrouvés à leur pied, E4 et E5. En 2023, les éoliennes E2, et E3 sont concernées par la découverte d'un cas de mortalité chacune. Aucun cas n'a été trouvé sous l'éoliennes E1. La carte présentée en Annexe I fait état de la localisation des cas de mortalité.

L'impact des éoliennes sur les passereaux et assimilés (Martinets noir etc.) semble limité mais ces espèces ont tendance à disparaître rapidement (prédation). On retrouve des espèces régulièrement tuées par les éoliennes comme le Martinet noir et le Roitelet à triple bandeau mais en faibles effectifs.

L'impact sur les rapaces est plus élevé avec un total de 4 Buses variables, 1 Milan noir et un Faucon indéterminé, tous retrouvés sous l'éolienne E4. Cette éolienne est la plus proche des boisements, tout en restant à une distance qui peut être considérée comme convenable (>200m des lisières). Il est possible que cette proximité aux lisières fasse que l'éolienne soit plus sensible que les autres pour la Buse variable. Les suivis en période de migration n'ont pas montré une activité particulière de cette espèce sur ce secteur précis, les données de terrain n'indiquent pas que E4 est plus à risque pour ces espèces que les autres éoliennes.

Le Milan noir a été retrouvé en 2022 à la suite d'une moisson, il est probable que l'oiseau ait été percuté alors qu'il chassait sur la zone rendue attractive suite aux activités agricoles, ce qui est un comportement classique chez les milans, cela reste une hypothèse.

En 2023, deux Faucons crécerelles ont été trouvés sous E3 et E5. Cette espèce est régulière sur le parc à toutes les périodes inventoriées. Le Faucon crécerelle est très sensible à la collision, la mortalité pour cette espèce protégée mais non menacée en Bourgogne n'est pas alarmante. Les retours d'expérience du CPIE SC, en Champagne crayeuse notamment, ont montré la difficulté de mettre en place des mesures de réduction efficaces en faveur de cette petite espèce de rapace.

Les enjeux avifaune sur le parc sont ciblés sur la Grue cendrée et surtout le Milan royal, aucun cadavre de ces deux espèces n'a été découvert depuis la mise en service du parc. Des mesures de réduction sont effectives aux périodes de migration de ces deux taxons.

9. PROPOSITION DE MESURE DE REDUCTION ET DE COMPENSATION

9.1 RAPPEL DES MESURES DEJA MISES EN PLACE

9.1.1 EN FAVEUR DE L'AVIFAUNE

La présence d'enjeu pour les rapaces, notamment pour le Milan royal ainsi que pour la Grue cendrée, la Ferme éolienne d'Yrouerre a mis en place des mesures de réduction. En 2022 et au printemps 2023, les éoliennes étaient bridées lors des journées de forts passages de Milans royaux et pour les Grues cendrées par mauvaises conditions météo.

A l'automne 2023, les préconisations du rapport avifaune 2022 ont été suivies pour appliquer une mesure de bridage horaire en faveur de Milan royal. Pour la Grue cendrée, les bulletins d'alerte bi-hebdomadaires de la LPO Bourgogne Franche-Comté ont été suivis.

9.1.2 EN FAVEUR DE CHIROPTERES

Un bridage en faveur des chiroptères a été implémenté d'août à octobre 2022, suite une forte mortalité observée depuis le début du suivi en semaine 20. Les paramètres se basent sur les recommandations de la DREAL Bourgogne Franche-Comté et les premiers résultats du suivi. Ils seront affinés et présentés dans un rapport spécifique.

- Toutes les éoliennes
- Du 01/08 au 31/10/22
- Vitesses de vent inférieures ou égales à 4,8m/s
- Températures supérieures ou égales à 12°C
- En l'absence de précipitation
- Du coucher au lever du soleil

Les résultats complets de l'étude en hauteur ont permis de définir des paramètres de bridage plus adaptés au contexte local. Ces paramètres ont été appliqués dès 2023 :

Tableau 24 : Paramètres de bridage proposés pour 2023

Du 1er avril au 31 juillet	Du 1 ^{er} août au 30 septembre	Du 1 ^{er} octobre au 31 octobre
- Pour une vitesse de démarrage à 5,2 m/s - Toutes les machines - Du coucher au lever du soleil - Pour une température supérieure à 12°C - Sans précipitations	- Pour une vitesse de démarrage à 6 m/s - Toutes les machines - Du coucher au lever du soleil - Pour une température supérieure à 12°C - Sans précipitations	- Pour une vitesse de démarrage à 5,2 m/s - Toutes les machines - Du coucher au lever du soleil - Pour une température supérieure à 12°C - Sans précipitations

9.2 PROPOSITION DE MISE EN ŒUVRE EN FAVEUR DES CHIROPTERES ET DES OISEAUX

En 2022, le suivi de la mortalité montrait un impact significatif du parc sur les chauves-souris. La mise en place d'un bridage était donc nécessaire. En 2023, le suivi de la mortalité a été renouvelé et les résultats montrent une baisse significative de la mortalité des chauves-souris. La mise en place du

bridage est donc nécessaire et efficace. Le suivi de l'activité à hauteur de nacelle a également été reconduit en 2023.

Le suivi comportemental de l'avifaune sur deux années a permis l'acquisition de données permettant de définir des mesures de réduction pérennes en faveur du Milan royal et de la Grue cendrée.

Pour le Milan royal, les préconisations sont les suivantes :

Printemps 2024 et suivants :

- Arrêt des éoliennes E4 et E5, du 15/02 au 29/02 entre 7h30 et 16h.
- Arrêt des éoliennes E4 et E5, du 01/03 au 31/03 entre 6h30 et 16h.

Automne 2024 et suivants : Arrêt de toutes les éoliennes du 01/10 au 31/10 entre 10h et 16h

Il est envisageable de lever la mesure de bridage fixe en présence d'un observateur ornithologue formé et désigné, en capacité de surveiller l'ensemble des machines désignées et de déclencher des arrêts sans délais en cas de détection d'une potentielle situation à risque impliquant le Milan royal. Au vu de la configuration du site, cette mesure alternative est réalisable pour l'ensemble des machines ciblées au printemps et à l'automne. Le point haut situé entre les éoliennes E4 et E5 permet de voir loin et d'anticiper les arrivées de rapaces dans les deux sens de migration.

La mesure de bridage horaire peut également être remplacée par un système de détection-arrêt dont les performances d'efficacité seraient, au préalable, définies par l'Administration. La mise en place d'un tel système profiterait à l'ensemble des oiseaux de tailles similaire ou supérieur au Milan royal.

Le protocole cadre Grue cendrée est bien dimensionné ; nous préconisons de maintenir cette mesure dans les conditions appliquées lors de l'automne 2023 (bridage lors des éventuels bulletins d'alerte transmis par la LPO locale).

10. CONCLUSION GENERALE

En 2023, 11 cas de mortalité ont été recensés dont 2 découverts hors protocole selon la répartition suivante :

- Chauves-souris : 2 : 1 Noctule de Leisler, 1 Chiroptère indéterminé (découverte hors protocole)
- Oiseaux : 9 : 3 Étourneaux sansonnets (dont 1 hors protocole), 2 Faucons crécerelles, 1 Rougegorge familier, 1 Roitelet à triple bandeau, 1 Pigeon indéterminé, 1 oiseau indéterminé

En 2023, les cinq éoliennes du parc ont été bridées en faveur des chiroptères. La mortalité brute ainsi que les estimations font état de la diminution de l'impact du parc sur les espèces. En effet, sur la même période suivie et selon le même protocole, le nombre de cadavres découverts est passé de 12 chauves-souris (2022) à 1 chauve-souris (2023). D'après les différentes méthodes d'estimation, le nombre de cadavres par an et par éolienne est passé de 6,20 – 9,69 à 0,47 – 0,71. Le bridage implémenté est donc nécessaire et efficace.

Dans l'état actuel des connaissances, il n'existe pas de mesures de réduction d'impact efficaces spécifiques aux passereaux. Les mesures d'asservissement déterminées pour les chiroptères peuvent participer à la réduction de l'impact sur les passereaux migrateurs nocturnes pendant la période de leur application.

Les suivis comportementaux avifaune ont montré un enjeu sur le Grue cendrée et surtout le Milan royal. Les données de terrain, couplées à la bibliographie nationale, permettent de proposer des mesures de bridage pérennes en faveur de ces deux espèces.

Pour la Grue cendrée, sensible par mauvaises conditions de visibilité, le protocole d'arrêt par bulletins d'alerte réalisés par la LPO locale aux deux périodes de migration est adapté à l'enjeu.

Pour le Milan royal, il est proposé la mise en place d'un bridage des éoliennes E4 et E5 du 15/02 au 31/03 du lever du soleil à 16h. Pour la période automnale, l'arrêt de l'ensemble du parc est proposé entre 10h et 16h. Ces mesures peuvent être remplacées par la présence d'un ornithologue en capacité de surveiller l'ensemble des machines désignées et de déclencher des arrêts sans délais en cas de détection d'une potentielle situation à risque impliquant le Milan royal. La mesure de bridage horaire peut également être remplacée par un système de détection-arrêt dont les performances d'efficacité seraient préalablement vérifiées.

II. BIBLIOGRAPHIE

Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dont la chasse est autorisée ; art. 1 modifié par arrêté du 1 mars 2019.

Arrêté du 30 septembre 1988 fixant la liste des animaux susceptibles d'être classés nuisibles ; art. 1 modifié par arrêté du 1 juillet 2012.

Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ; article 3 modifié par arrêté du 21 juillet 2015, art. 1.

Arrêté du 26 août 2011, modifié le 22 juin 2020 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à déclaration au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. Article 12

ARTHUR L., LEMAIRE M. (2021) – Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Éditions Biotopie, Mèze, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 3^{ème} édition 592 p.

BirdLife International (2017). European birds of conservation concern : populations, trends and national responsibilities. Cambridge, UK: BirdLife International.

CHINAL, N. - CPIE (coord.) (2022). Impact du développement éolien sur les chiroptères et les oiseaux – Etat des lieux en Champagne-Ardenne et Meuse. Actualisation 2020. CPIE du Sud Champagne. 26 pages.

CPIE du Sud Champagne (2022). Parc éolien d'Yrouerre (89), Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères en 2021, rédigé pour la Ferme éolienne d'Yrouerre – 74 pages

CPIE du Sud Champagne (2023). Parc éolien d'Yrouerre (89), Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères en 2022, rédigé pour la Ferme éolienne d'Yrouerre – 74 pages

CPIE du Sud Champagne (2023). Parc éolien d'Yrouerre (89), Suivi comportemental avifaune en 2022, rédigé pour la Ferme éolienne d'Yrouerre – 63 pages

CPIE du Sud Champagne/KJM (2023). Parc éolien d'Yrouerre (89), Suivi de l'activité à des chiroptères à hauteur de nacelle en 2022, rédigé pour la Ferme éolienne d'Yrouerre

CSRPN, (2007) – Liste rouge des Mammifères de Champagne-Ardenne. Validée le 14 avril 2007 par l'avis n°2007-2 du CSRPN.

CSRPN Champagne-Ardenne., (2007). Liste rouge de Champagne-Ardenne. Oiseaux. DREAL Champagne-Ardenne.

DREAL., (2022). Schéma Régional Eolien, 2022.

MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE., (2018). Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – révision 2018. 19 pages.

DÜRR T., (2023) – Vogelverluste an Windenergieanlagen - birdfatalities at windturbines in Europe (Tableau de synthèse sur la mortalité des oiseaux en Europe, Août 2023)

DÜRR T., (2023) – Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe (Tableau de synthèse sur la mortalité des chauves-souris en Europe, Août 2023)

ERICKSON P.W., STRICKLAND D., JOHNSON G.D. et KERN W., (2000). Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants – National Avian, Wind Power Planning Meeting III – San Diego, California, 172-182.

HUSO M.P., (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, Mai 2010. 19 pages.

JONES G., COOPER-BOHANNON R., BARLOW K., PARSONS K., (2009). Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain, Phase I report. Bat Conservation Trust. 158 pages.

Journal officiel des Communauté Économiques Européennes, (1992). – Directive 92/43/CEE du conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. 44p.

Journal officiel des Communauté Economiques Européennes, (1979). Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe – Berne, 19.IX.1979. – JO du 28.08.1990 et 20.08.1996

Journal officiel des Communauté Économiques Européennes, (1979).– Directive 79/409/CEE du conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages. 25p.

KORNER-NIEVERGELT F., KORNER-NIEVERGELT P., BEHR O., NIERMANN I., BRINKMANN R., (2011). A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches, 17(4). 350-363.

LPO CHAMPAGNE-ARDENNE (2016) – Les Oiseaux de Champagne-Ardenne. Nidification, migration, hivernage. Ouvrage collectif des ornithologues champardennais. Delachaux et Niestlé, Paris, 576 p.

UICN France, MNHN, LPO, SEOF&ONCFS, (2016) – La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France. 32p

UICN France, MNHN, (2017) – Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris France. 16p.

RYDELL J., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., GREEN M., RODRIGUES L. and HEDENSTRÖM A., (2010). Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12(2). 261-274.

RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., KARAPANDZA B., KOVAC D., KERVYN T., DEKKER J., KEPEL A., BACH P., COLLINS J., HARBUSCH C., PARK K., MICEVSKI B., MINDERMAN J., (2015). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects - Revision 2014. EUROBATS Publication Series NO. 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany. 133 pages.

12. ANNEXES

Annexe 1 : Localisation des cas de mortalité trouvés en 2023 sur le parc éolien d’Yrouerre



Annexe 2 : Répartition des cadavres de chiroptères en fonction des éoliennes lors du suivi de la mortalité 2023



Annexe 3 : Répartition des cadavres d'oiseaux en fonction des éoliennes lors du suivi de la mortalité 2023



Annexe 4 : Fiche descriptives des cadavres du suivi de la mortalité 2023 sur le parc éolien d'Yrouerre

FICHE DE SUIVI DE MORTALITE			
Nom du parc éolien : Ferme éolienne d'Yrouerre			
Cadavre n°1	Date : 21/02/2023 Contexte de découverte : Hors suivi de mortalité protocolé	Découvreur : Thomas FACQ Valideur : Thomas FACQ	
Description et identification : Identification : Etourneau sansonnet (<i>Sturnus vulgaris</i>) Particularités, détails : Date estimée de la mort :			
Localisation : Coordonnées GPS (Lambert93) : Latitude : 772230 Longitude : 6741796 Numéro de l'éolienne la plus proche : E5 Distance au mât de l'éolienne la plus proche : 15m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : N-NE Localisation du cadavre (plateforme, culture, aération etc.) : Céréale Hauteur de végétation (< ou > 10 cm) : > 10 cm			
Etat de l'individu :	☐ Vivant (blessé)	☒ Cadavre entier	☐ Cadavre non entier
Cause présumée de la mort : / Commentaires : Période de gel, toujours là le 2 mars, absent le 6 mars 2023			

FICHE DE SUIVI DE MORTALITE			
Nom du parc éolien : Ferme éolienne d'Yrouerre			
Cadavre n°2	Date : 22/05/2023 Contexte de découverte : Suivi de mortalité protocolé	Découvreur : Maurine WAGNER Valideur : Clarisse VUILLEMOT	
Description et identification : Identification : Etourneau sansonnet (<i>Sturnus vulgaris</i>) Particularités, détails : Date estimée de la mort :			
Localisation : Coordonnées GPS (Lambert93) : Latitude : 771816 Longitude : 6741919 Numéro de l'éolienne la plus proche : E4 Distance au mât de l'éolienne la plus proche : 17m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : S Localisation du cadavre (plateforme, culture, aération etc.) : Plateforme Hauteur de végétation (< ou > 10 cm) : < 10 cm			
Etat de l'individu :	☐ Vivant (blessé)	☐ Cadavre entier	☒ Cadavre non entier
Cause présumée de la mort : / Commentaires : /			

FICHE DE SUIVI DE MORTALITE			
Nom du parc éolien : Ferme éolienne d'Yrouerre			
Cadavre n°3	Date : 30/05/2023 Contexte de découverte : Hors suivi de mortalité protocolé	Découvreur : Maurine WAGNER Valideur : Maurine WAGNER	
Description et identification : Identification : Chiroptera (<i>Chiroptera</i> sp) Particularités, détails : Date estimée de la mort :			
Localisation : Coordonnées GPS (Lambert93) : Latitude : 771924 Longitude : 6743262 Numéro de l'éolienne la plus proche : E1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche : Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Localisation du cadavre (plateforme, culture, aération etc.) : Plateforme Hauteur de végétation (< ou > 10 cm) : < 10 cm		Pas de photo	
Etat de l'individu :	☐ Vivant (blessé)		
Cause présumée de la mort : / Commentaires : /			

FICHE DE SUIVI DE MORTALITE			
Nom du parc éolien : Ferme éolienne d'Yrouerre			
Cadavre n°4	Date : 17/07/2023 Contexte de découverte : Suivi de mortalité protocolé	Découvreur : Lucie SCHMITT Valideur : Mathieu AUBRY	
Description et identification : Identification : Etourneau sansonnet (Sturnus vulgaris) Particularités, détails : Date estimée de la mort : < 7 jours			
Localisation : Coordonnées GPS (Lambert93) : Latitude : 771831 Longitude : 6741942 Numéro de l'éolienne la plus proche : E4 Distance au mât de l'éolienne la plus proche : 18m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NE Localisation du cadavre (plateforme, culture, aération etc.) : Chaumes Hauteur de végétation (< ou > 10 cm) : > 10 cm			
Etat de l'individu :	☐ Vivant (blessé)	☒ Cadavre entier	☐ Cadavre non entier
Cause présumée de la mort : / Commentaires : /			

FICHE DE SUIVI DE MORTALITE			
Nom du parc éolien : Ferme éolienne d'Yrouerre			
Cadavre n°5	Date : 24/07/2023 Contexte de découverte : Suivi de mortalité protocolé	Découvreur : Lucie SCHMITT Valideur : Mathieu AUBRY	
Description et identification : Identification : Faucon crécerelle (Falco tinnunculus) Particularités, détails : Date estimée de la mort : < 7 jours			
Localisation : Coordonnées GPS (Lambert93) : Latitude : 771660 Longitude : 6742372 Numéro de l'éolienne la plus proche : E3 Distance au mât de l'éolienne la plus proche : 27m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : N Localisation du cadavre (plateforme, culture, aération etc.) : Paille Hauteur de végétation (< ou > 10 cm) : < 10 cm			
Etat de l'individu :	☐ Vivant (blessé)	☐ Cadavre entier	☒ Cadavre non entier
Cause présumée de la mort : Fracture Commentaires : /			

FICHE DE SUIVI DE MORTALITE			
Nom du parc éolien : Ferme éolienne d'Yrouerre			
Cadavre n°6	Date : 28/08/2023 Contexte de découverte : Suivi de mortalité protocolé	Découvreur : Florian COMESSE Valideur : Clarisse VUILLEMOT	
Description et identification : Identification : Columba (Columba) Particularités, détails : Date estimée de la mort : < 7 jours			
Localisation : Coordonnées GPS (Lambert93) : Latitude : 771766 Longitude : 6742775 Numéro de l'éolienne la plus proche : E2 Distance au mât de l'éolienne la plus proche : 32m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : S Localisation du cadavre (plateforme, culture, aération etc.) : Terre Hauteur de végétation (< ou > 10 cm) : < 10 cm			
Etat de l'individu :	☐ Vivant (blessé)	☐ Cadavre entier	☒ Cadavre non entier
Cause présumée de la mort : / Commentaires : /			

FICHE DE SUIVI DE MORTALITE			
Nom du parc éolien : Ferme éolienne d'Yrouerre			
Cadavre n°7	Date : 04/09/2023	Découvreur : Florian COMESSE	
	Contexte de découverte : Suivi de mortalité protocolé	Valideur : Olivia GARCIN	
Description et identification : Identification : Noctule de Leisler (Nyctalus leisleri) Particularités, détails : Date estimée de la mort : < 1 jours			
Localisation : Coordonnées GPS (Lambert93) : Latitude : 771732 Longitude : 6742786 Numéro de l'éolienne la plus proche : E2 Distance au mât de l'éolienne la plus proche : 40m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : S-SO Localisation du cadavre (plateforme, culture, aération etc.) : Herbe Hauteur de végétation (< ou > 10 cm) : < 10 cm		Pas de photo	
Etat de l'individu :	☐ Vivant (blessé)	☒ Cadavre entier	☐ Cadavre non entier
Cause présumée de la mort : Barotraumatisme Commentaires : /			

FICHE DE SUIVI DE MORTALITE			
Nom du parc éolien : Ferme éolienne d'Yrouerre			
Cadavre n°8	Date : 25/09/2023		Découvreur : Florian COMESSE
	Contexte de découverte : Suivi de mortalité protocolé		
Description et identification : Identification : Faucon crécerelle (Falco tinnunculus) Particularités, détails : Date estimée de la mort : < 5 jours			
Localisation : Coordonnées GPS (Lambert93) : Latitude : 772214 Longitude : 6741807 Numéro de l'éolienne la plus proche : E5 Distance au mât de l'éolienne la plus proche : 25m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : N Localisation du cadavre (plateforme, culture, aération etc.) : Terre Hauteur de végétation (< ou > 10 cm) : < 10 cm			
Etat de l'individu :	☐ Vivant (blessé)	☒ Cadavre entier	☐ Cadavre non entier
Cause présumée de la mort : Fracture Commentaires : /			

FICHE DE SUIVI DE MORTALITE			
Nom du parc éolien : Ferme éolienne d'Yrouerre			
Cadavre n°9	Date : 16/10/2023 Contexte de découverte : Suivi de mortalité protocolé	Découvreur : Maurine WAGNER Valideur : Maurine WAGNER	
Description et identification : Identification : Aves (Aves) Oiseau indéterminé Particularités, détails : Date estimée de la mort : < 5 jours			
Localisation : Coordonnées GPS (Lambert93) : Latitude : 771799 Longitude : 6741947 Numéro de l'éolienne la plus proche : E4 Distance au mât de l'éolienne la plus proche : 25m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NO Localisation du cadavre (plateforme, culture, aération etc.) : Terre Hauteur de végétation (< ou > 10 cm) : < 10 cm			
Etat de l'individu :	☐ Vivant (blessé)	☒ Cadavre entier	☐ Cadavre non entier
Cause présumée de la mort : / Commentaires : /			

FICHE DE SUIVI DE MORTALITE			
Nom du parc éolien : Ferme éolienne d'Yrouerre			
Cadavre n°10	Date : 23/10/2023		Découvreur : Florian COMESSE
	Contexte de découverte : Suivi de mortalité protocolé		Valideur : Mathieu AUBRY
Description et identification : Identification : Rougegorge familier (Erithacus rubecula) Particularités, détails : Date estimée de la mort : < 1 jours			
Localisation : Coordonnées GPS (Lambert93) : Latitude : 772186 Longitude : 6741776 Numéro de l'éolienne la plus proche : E5 Distance au mât de l'éolienne la plus proche : 84m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : NO Localisation du cadavre (plateforme, culture, aération etc.) : Terre Hauteur de végétation (< ou > 10 cm) : < 10 cm			
Etat de l'individu :	☐ Vivant (blessé)	☒ Cadavre entier	☐ Cadavre non entier
Cause présumée de la mort : /			
Commentaires : /			

FICHE DE SUIVI DE MORTALITE			
Nom du parc éolien : Ferme éolienne d'Yrouerre			
Cadavre n°11	Date : 23/10/2023 Contexte de découverte : Suivi de mortalité protocolé		Découvreur : Tristan COLIN Valideur : Mathieu AUBRY
Description et identification : Identification : Roitelet à triple bandeau (Regulus ignicapilla) Particularités, détails : Date estimée de la mort : < 1 jours			
Localisation : Coordonnées GPS (Lambert93) : Latitude : 772146 Longitude : 6741839 Numéro de l'éolienne la plus proche : E5 Distance au mât de l'éolienne la plus proche : 38m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : SO Localisation du cadavre (plateforme, culture, aération etc.) : Plateforme Hauteur de végétation (< ou > 10 cm) : < 10 cm			
Etat de l'individu :	☐ Vivant (blessé)	☒ Cadavre entier	☐ Cadavre non entier
Cause présumée de la mort : / Commentaires : /			