

Suivi environnemental 2023 de la centrale éolienne de Réclainville



Commune de Réclainville (28)

Juillet 2024

Suivi environnemental 2023 de la centrale éolienne de Réclainville

Commune de Réclainville (28)

Juillet 2024

MAITRE D'OUVRAGE

NEOEN
22 rue Bayard
75 008 PARIS

BUREAU D'ETUDES

ALISE Environnement
102 rue Bois Tison
76 160 SAINT-JACQUES-SUR-DARNETAL

Tél : 02-35-61-30-19 Fax : 02-35-66-30-47

www.alise-environnement.fr



SOMMAIRE

1- Introduction et Objectifs.....	5
2- Résultats de l'étude du suivi environnemental de 2015-2016	6
2.1- Conclusions du suivi mortalité	6
2.2- Suivi acoustique à hauteur de nacelle.....	6
2.3- Préconisations	6
3- Localisation du site d'étude concerné	7
4- Caractéristiques du parc Éolien	9
5- Patrimoine naturel environnant	9
6- Protocole général de suivi de parcs éoliens	13
6.1- Référentiel utilisé.....	13
6.2- Technique de recherche de cadavres	14
6.3- Détermination des individus retrouvés.....	15
6.4- Relevés réalisés lors de la découverte d'un cadavre	15
6.5- Relevés complémentaires	15
7- Méthodes d'analyses des résultats : application à la centrale éolienne de Réclainville	17
7.1- Les Méthodes d'estimation de la mortalité.....	17
7.2- Période et rythme	21
7.3- Entretien de la végétation.....	22
8- Mortalité liée aux aérogénérateurs : rappel des faits	23
8.1- Connaissances relatives à l'avifaune.....	23
8.2- Connaissances relatives aux chiroptères	25
9- Suivi mortalité réalisé sur la centrale éolienne de Réclainville en 2023	28
9.1- Zone d'étude.....	28
9.2- Dates et fréquence des suivis.....	30
9.3- Horaires et durée des suivis	30
9.4- Conditions météorologiques lors des suivis.....	30
9.5- Occupation du sol, assolement au droit des zones prospectées	31
9.5.1- Occupation du sol et évolution des cultures	31
9.5.2- Éléments exclusifs (habitats non prospectés).....	33
9.6- Test d'efficacité de l'observateur.....	33
9.7- Taux de disparition des cadavres	34
9.8- Intensité des prospections	35
9.8.1- Formule de simple proportionnalité	35
9.8.2- Méthode Arnett.....	37
10- Résultats du suivi mortalité 2023.....	40
10.1- Mortalité de l'avifaune	44
10.1.1- Espèces, effectifs	44
10.1.2- Chronologie	46
10.1.3- Distance aux aérogénérateurs.....	46
10.1.4- Discussion	46
10.2- Mortalité des chiroptères.....	47
11- Estimation de la mortalité : résultats bruts	48
11.1- Oiseaux	49
11.2- Chiroptères	49
11.3- Conclusion et perspectives	50
12- Conclusion finale du suivi de mortalité.....	51
13- Protocole de suivi acoustique de parcs éoliens	52
14- Matériel et méthode	52
14.1- Détecteur/enregistreur d'ultrasons	52
14.1.1- Modèle retenu.....	52
14.1.2- Principe de fonctionnement du GSM-Batcorder.....	52
14.1.3- Réglage du GSM-Batcorder.....	54
14.2- Analyse des données	57
14.3- Analyse des Résultats	58
14.3.1- Activité chiroptérologique	58
14.3.2- Taux de présence par espèce.....	58

14.3.3- Intensité d'activité.....	59
14.3.4- Présentation des résultats	60
14.3.5- Limite de la méthode – Biais.....	60
15- Résultats du suivi acoustique 2023	61
15.1- Période et rythme	61
15.2- Résultats du suivi acoustique.....	62
15.2.1- Activité chiroptérologique – phénologie annuelle	62
15.2.2- Activité chiroptérologique selon la période de vol	67
15.2.3- Activité chiroptérologique selon la phénologie horaire	70
15.2.4- Activité chiroptérologique en fonction des conditions abiotiques	74
16- Bilan et discussion	79
17- Présentation des espèces de Chiroptères recensées	80
18- Mesures de réduction des impacts	83
18.1- Gestion et mesure de bridage des éoliennes	83
18.2- Gestion des abords immédiats des plateformes et éoliennes	83
19- Bibliographie.....	84
20- Rédacteurs du dossier	86
21- Annexe : Cadavres d'oiseaux et de chiroptères relevés sur le terrain	87

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Dates du suivi réalisé en 2023 par ALISE.....	21
Tableau 2 : Estimation du nombre d'oiseaux morts par collision avec des structures anthropiques aux USA (d'après Erickson <i>et al.</i> , 2001).	23
Tableau 3 : Conditions climatiques relevées lors des suivis mortalité en 2023	30
Tableau 4 : Résultats globaux du test d'efficacité de la détection.....	33
Tableau 5 : Persistance des cadavres « artificiels » durant la période de suivi 2023	34
Tableau 6 : Intensité de la prospection pour chacune des éoliennes suivies, rapportée à la superficie concernée	36
Tableau 7 : Calcul de la méthode Arnett.....	39
Tableau 8 : Résultats du suivi mortalité par éolienne	41
Tableau 9 : Liste et statut des oiseaux retrouvés sur le parc	44
Tableau 10 : Coefficients et paramètres de calcul de la mortalité.....	48
Tableau 11 : Estimation de la mortalité avifaune sur la Centrale éolienne de Reclainville	49
Tableau 12 : Tableau de correspondance des espèces et de leur coefficient de détectabilité en milieu ouvert ou semi-ouvert (Barataud, 2015) mise à jour datée du 24 février 2023	58
Tableau 13 : Référentiel de l'activité chiroptérologique enregistrée en nacelle élaborée par Ecosphère (présentation Rencontre Chiroptères National de Bourges 2021)	59
Tableau 14 : Calendrier récapitulatif de l'état du fonctionnement du dispositif en nacelle.....	61
Tableau 15 : Activité chiroptérologique enregistrée par le GSM-Batcorder dans la nacelle de l'éolienne E21 au cours de la campagne d'inventaire 2023	65
Tableau 16 : Activités chiroptérologiques enregistrées par le GSM-Batcorder selon la période biologique au cours de la campagne d'inventaires 2023.....	68

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du parc de Réclainville à l'échelle départementale.....	7
Figure 2 : Localisation du parc éolien de Réclainville	8
Figure 3 : Localisation du patrimoine naturel (1/2)	11
Figure 4 : Localisation du patrimoine naturel (2/2)	12
Figure 5 : Schéma du protocole de prospection (source : ALISE)	14
Figure 6 : Périodes de l'année correspondant aux périodes du cycle biologique des oiseaux (les périodes principales sont représentées en vert foncé – les périodes représentées en vert clair dépendent du type de milieux et des conditions météorologiques) (source : DREAL Hauts-de-France, 2017)	21
Figure 7 : Typologie des classes de végétation	22
Figure 8 : Mortalité comparée des oiseaux et des chauves-souris en fonction de la hauteur du mât (d'après Barclay <i>et al.</i> , 2007)	26
Figure 9 : Localisation des aires d'étude	28
Figure 10 : Cartographie de l'occupation du sol dans les zones d'étude	32
Figure 11 : Exemple de calcul du coefficient a selon la méthode Arnett sur une éolienne dont la zone de prospection est de 10 000 m ² (côté de 100 mètres)	38
Figure 12 : Répartition des cadavres observés selon les classes de végétation	40
Figure 13 : Répartition des cadavres selon les éoliennes.....	40
Figure 14 : Localisation des cadavres naturels recensés dans les zones d'étude.....	42
Figure 15 : Répartition des cadavres selon l'occupation du sol.....	43
Figure 16 : Répartition du taux de mortalité avifaune par éolienne	44
Figure 17 : Répartition des espèces avifaune selon les éoliennes	44
Figure 18 : Répartition des cadavres d'avifaune durant le suivi 2023	46
Figure 19 : Répartition des cadavres avifaune en fonction de la distance au mât	46
Figure 20 : Présentation du matériel d'étude. Source : Batcorder 3.1. Manual Version 3.11 / en. EcoObs GmbH, 39p February 2018	53
Figure 21 : Éolienne équipée du GSM-Batcorder pour le suivi acoustique des Chiroptères sur le site de Réclainville	56
Figure 22 : Activité annuelle brute enregistrée par le GSM-Batcorder à bord de la nacelle de l'éolienne E21 au cours des inventaires 2023	63
Figure 23 : Activité moyenne par nuit par espèce, si présence, en nombre de contacts de 5 secondes, enregistrée par le GSM-Batcorder au cours des inventaires de 2023.....	67
Figure 24 : Activité chiroptérologique corrigée pour chaque période de vol en fonction de la phénologie horaire (UTC) – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville	70
Figure 25 : Activité chiroptérologique printanière en fonction de la phénologie horaire – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville.....	71

Figure 26 : Activité chiroptérologique estivale en fonction de la phénologie horaire – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville	72
Figure 27 : Activité chiroptérologique automnale en fonction de la phénologie horaire – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville.....	73
Figure 28 : Activité chiroptérologique annuelle en fonction de la température – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville	75
Figure 29 : Activité chiroptérologique annuelle en fonction de la vitesse de vent – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville	76
Figure 30 : Activité chiroptérologique annuelle en fonction de la direction du vent – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville	78
Figure 31 : Distribution et migration de la Pipistrelle de Nathusius.....	81

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Leurre utilisé pour le test de détection	16
Photo 2 : Éolienne E21 (au premier plan), éolienne E20 (au centre) et éolienne E19 (en arrière-plan)	29
Photo 3 : Perdrix grise (source : Oiseaux.net)	45
Photo 4 : Disposition du GSM-Batcorder en nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville – 2023.....	54

1- INTRODUCTION ET OBJECTIFS

L'arrêté du 26 août 2011 impose la réalisation de suivis à long terme des effets des parcs éoliens sur les milieux naturels, notamment les espèces sensibles : « Au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole. Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées. »

D'une manière générale, le suivi post-implantation vise à :

- Étudier, qualifier et quantifier les impacts effectifs du projet sur les groupes biologiques, en particulier ceux considérés comme potentiellement impactés par le projet (avifaune, chiroptères, autres groupes) ;
- Comparer les impacts effectifs avec les conclusions de l'étude d'impact. En application du principe de proportionnalité, l'intensité du suivi à mettre en œuvre dépendra des espèces présentes sur le site et de l'impact résiduel identifié par l'étude d'impact pour ces espèces.

Les objectifs de la présente étude sont, suite à l'installation d'éoliennes sur la commune de Reclainville :

- De réaliser un **suivi de mortalité** (des **Chiroptères** et de l'**avifaune**) et d'en évaluer l'importance ;
- D'évaluer **la mortalité** réelle en appliquant différents facteurs de correction et en la comparant avec les précédentes études publiées en France ou en Europe ;
- De rechercher les **raisons de cette mortalité** le cas échéant ;
- De **proposer si nécessaire des mesures** afin de supprimer, réduire ou compenser les éventuels impacts sur la mortalité observée.

2- RESULTATS DE L'ETUDE DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE 2015-2016

2.1- Conclusions du suivi mortalité

En 2016, la mortalité globale constatée, attribuée aux éoliennes, était de 2 individus : aucun chiroptère et 2 oiseaux.

D'après les résultats du suivi de la mortalité post-implantation en 2015-2016, **la Centrale éolienne de Réclainville génère une mortalité assez modérée sur les oiseaux (2,70 à 3,92 oiseaux/éolienne/an) et nul pour les chiroptères (0 chiroptère/éolienne/an).**

La mortalité effective et estimée (à partir de différents tests) sur le site de Réclainville se situe dans intervalles indiqués dans la bibliographie pour l'avifaune (les chiffres donnés par la LPO, 2017 indiquent 0,3 à 26,8 oiseaux tués par éolienne et par an, la médiane s'établissant à 4,5 et la moyenne à 7,0).

Avec un total de 2 cas de mortalités recensées au cours de la période la plus accidentogène, la centrale de Réclainville présente des impacts peu significatifs sur les oiseaux. Aucun impact n'est identifié pour les chiroptères.

2.2- Suivi acoustique à hauteur de nacelle

En 2015-2016, il n'y a pas eu de suivi acoustique à hauteur de nacelle.

2.3- Préconisations

En raison des résultats du suivi de 2015-2016, des préconisations avaient été faites :

- ALISE proposait une fauche/broyage de la zone herbacée à proximité immédiate des éoliennes afin de limiter le développement d'herbacées hautes favorables aux insectes et chiroptères. Ce broyage ou fauche sera réalisé 2 fois/an, avec un passage dans les deux premières semaines de mars et le second passage dans la première quinzaine du mois d'août.
- Une seconde mesure avait également été proposée, elle consistait à éviter tout dépôt agricole quelconque (fumier par exemple) dans un rayon de 50 à 100 m autour des éoliennes, prenant en compte que cette mesure ne pouvait être mise en œuvre que sur accord des exploitants agricoles.

3- LOCALISATION DU SITE D'ÉTUDE CONCERNÉ

Le site d'étude est localisé sur la commune de Réclainville dans le département de l'Eure-et-Loir (28). La figure suivante le situe à l'échelle départementale sur fond IGN. La Figure 2 le localise, quant à elle, sur fond orthophotoplan.

Le parc éolien de Réclainville se compose de 3 éoliennes. Le parc est situé dans un contexte de cultures intensives.

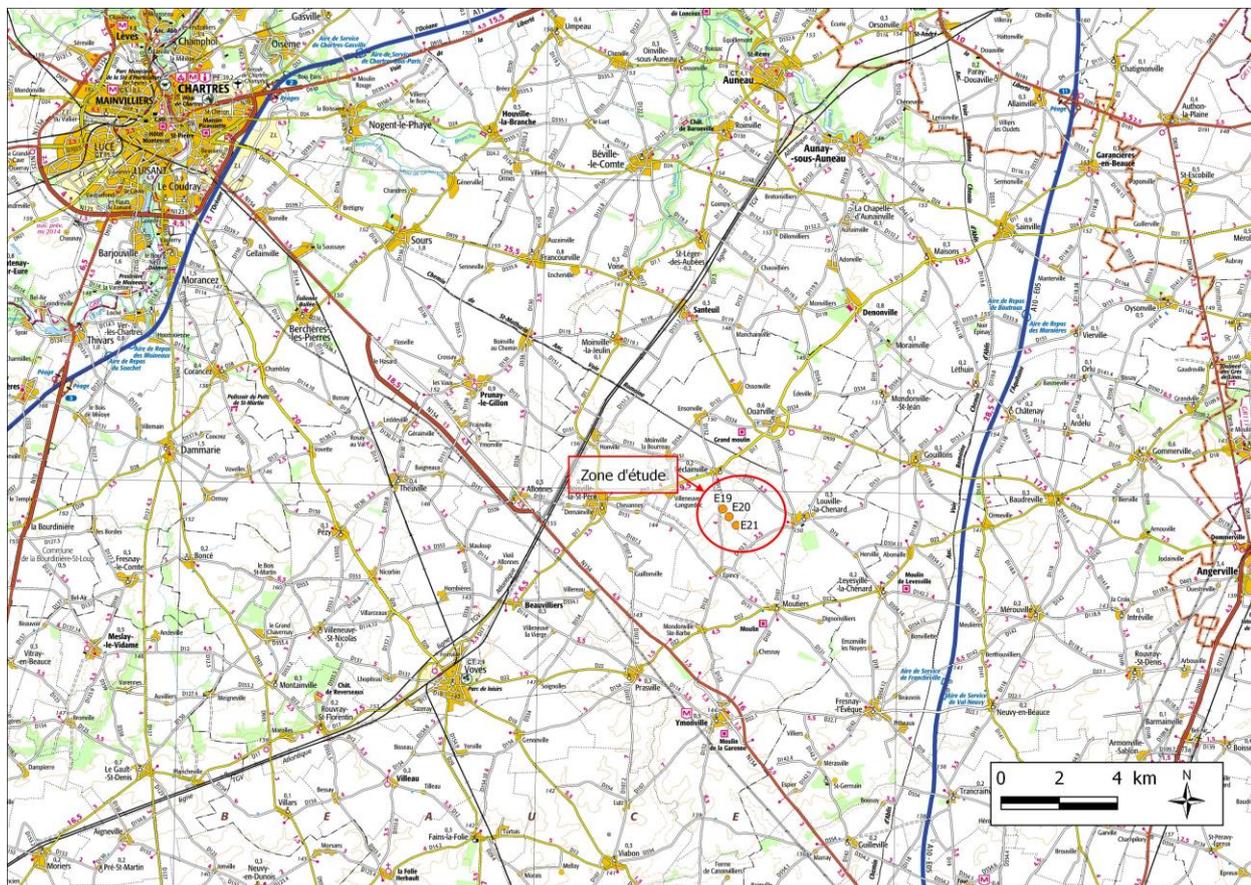


Figure 1 : Localisation du parc de Réclainville à l'échelle départementale

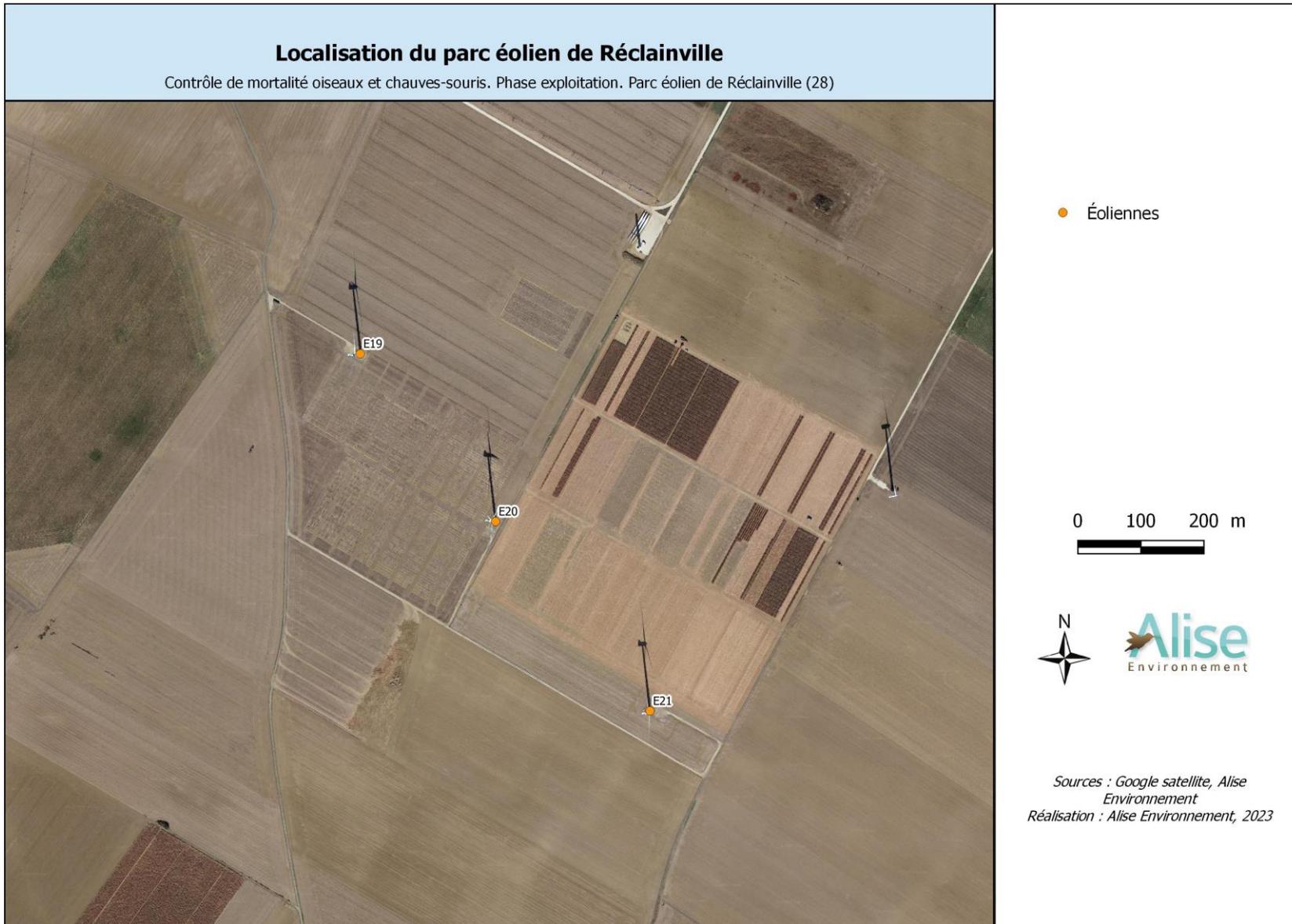


Figure 2 : Localisation du parc éolien de Réclainville

4- CARACTÉRISTIQUES DU PARC ÉOLIEN



Le parc éolien de Reclainville se compose de 3 éoliennes de modèle VESTAS V90/2000, avec une hauteur de nacelle de 80 m et un diamètre de rotor de 90 m (pale de 45 m). La garde au sol est donc de 35 m.

La puissance unitaire de chaque éolienne est de 2 MW, soit un total de puissance nominale de 6 MW.

5- PATRIMOINE NATUREL ENVIRONNANT

Les informations ont été recueillies auprès du site Internet de la **DREAL Centre-val-de-Loire** (base CARMEN) : <https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/>

Le tableau suivant synthétise les types de zonages présents au sein de l'aire d'étude éloignée (rayon de 5 km autour du site d'étude).

Type de zonage	Aire d'étude éloignée	Site d'étude
Patrimoine naturel remarquable		
Z.N.I.E.F.F. de type 1 à l'extrémité sud-ouest de l'aire d'étude éloignée	1 Z.N.I.E.F.F de type 1 est présente au sein de l'aire d'étude éloignée : « Pelouse d'Ymonville »	Non concerné
Z.N.I.E.F.F. de type 2	Non concerné	Non concerné
Zones humides	Non concerné	Non concerné
Protections réglementaires nationales		
Site inscrit / site classé	Non concerné	Non concerné
Réserve naturelle nationale (RNN)	Non concerné	Non concerné
Forêt publique	Non concerné	Non concerné
Protections réglementaires régionales ou départementales		
Réserve naturelle régionale (RNR)	Non concerné	Non concerné
Arrêté préfectoral de protection de biotope (APB)	Non concerné	Non concerné
Espace Naturel Sensible (ENS)	Non concerné	Non concerné
Parcs naturels		
Parc régional	Non concerné	Non concerné
Parc national	Non concerné	Non concerné
Engagements internationaux		
Site d'Importance Communautaire / Zone Spéciale de Conservation (SIC / ZSC - Natura 2000)	Non concerné	Non concerné

Type de zonage	Aire d'étude éloignée	Site d'étude
Zone de Protection Spéciale (ZPS - Natura 2000)	1 ZPS est présente au sein de l'aire d'étude éloignée : « Beauce et Vallée de la Conie »	Au sein du site d'étude
Zone d'Importance Communautaire pour les Oiseaux (ZICO)	1 ZICO recouvre l'intégralité de l'aire d'étude éloignée et donc le site d'étude : « Vallée de la Conie et Beauce centrale »	Au sein du site d'étude
Convention de Ramsar	Non concerné	Non concerné
Réserve de Biosphère	Non concerné	Non concerné

Il apparaît au regard des éléments précédents que l'aire d'étude éloignée est concernée par :

- 1 Z.N.I.E.F.F. de type 1,
- 1 ZICO
- 1 site Natura 2000 (ZPS).

Il est également à noter que les communes de Louville-la-Chenard, Prasville, Réclainville et Ymonville sont concernées par des ZAR (Zones d'Actions Renforcées), zones vulnérables à la pollution des eaux par les nitrates. La commune de Réclainville et donc le site d'étude est directement concerné.

Les éoliennes étudiées s'inscrivent au sein de la ZPS « Beauce et Vallée de la Conie ».

Les cartes suivantes représentent les différents zonages identifiés au sein de l'aire d'étude éloignée.

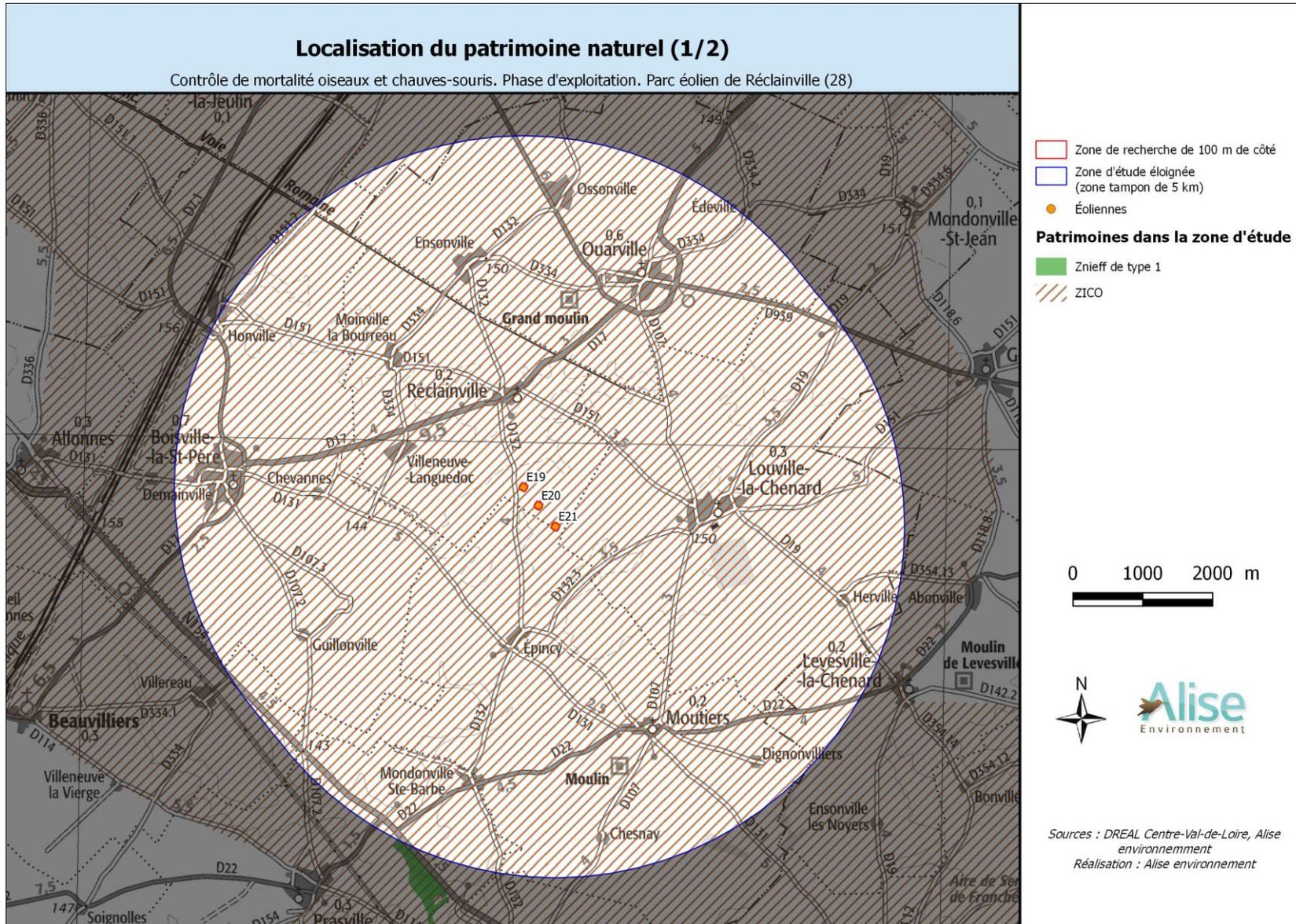


Figure 3 : Localisation du patrimoine naturel (1/2)

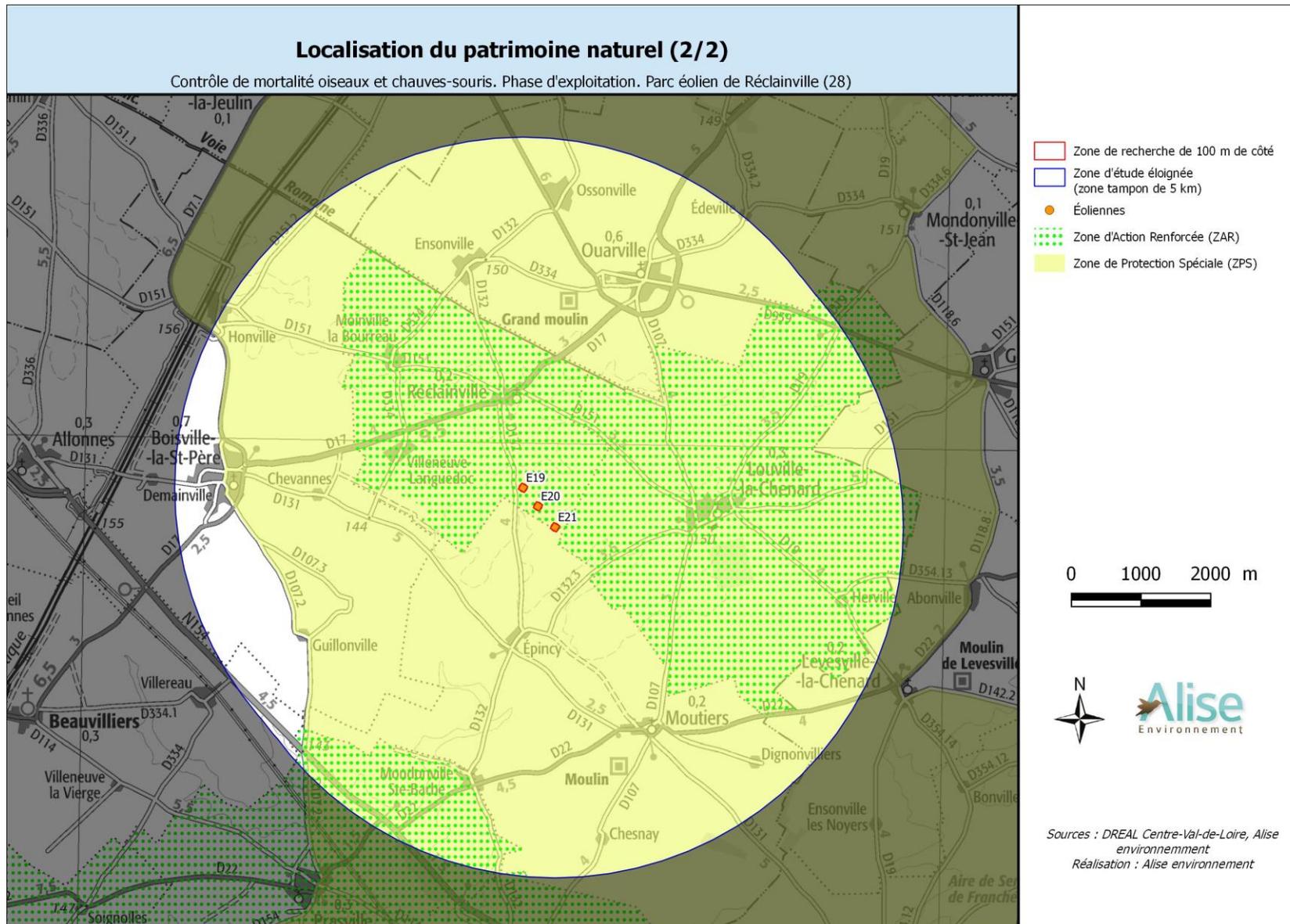


Figure 4 : Localisation du patrimoine naturel (2/2)

6- PROTOCOLE GÉNÉRAL DE SUIVI DE PARCS ÉOLIENS

Le cadre général est fixé par le protocole de suivi environnemental ICPE (SFPEM, 2018).

En application du principe de proportionnalité, défini dans le guide de l'étude d'impact, **l'intensité du suivi à mettre en œuvre dépendra des espèces présentes sur le site et de l'impact envisagé**, identifié par l'étude d'impact pour ces espèces lorsque celle-ci a intégré le protocole défini par le Syndicat des Énergies Renouvelables (SER), la Fédération Energie Éolienne (FEE) et la Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères (SFPEM).

Le suivi de la mortalité mis en œuvre sur la centrale éolienne de Reclainville s'est basé sur 20 passages par éolienne entre les semaines 20 à 43 conformément au protocole national de mars 2018 (SFPEM, 2018).

6.1- Référentiel utilisé

Pour chacun de ces deux groupes, les arrêtés présentant la liste des espèces protégées aux échelles européenne, nationale et régionale ont été utilisés :

- ✓ Avifaune : arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire ;
- ✓ Mammifères : arrêté du 15 septembre 2012 modifiant l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ;

Les référentiels utilisés pour les statuts régionaux et nationaux des différents groupes ont été les suivants :

Avifaune :

- ✓ Liste rouge des oiseaux nicheurs de la région Centre (2013)
- ✓ UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS (2016). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux nicheurs de France métropolitaine.
- ✓ Annexe I de la directive européenne « Oiseaux » : CE/2009/147.

Mammifères :

- ✓ Liste rouge des mammifères de la région Centre (2012)
- ✓ UICN France, MNHN, SFPEM & ONCFS (2017). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

6.2- Technique de recherche de cadavres

La méthode de recherche de cadavres reprend les grands traits de protocoles déjà mis en œuvre lors de différentes études en France notamment.

Le travail se base sur la prospection à pas lent et régulier sous chaque éolienne, le pied de l'éolienne en étant le centre. Les carrés de prospection mesurent 100 m de côté, ce qui couvre environ 10 000 m² soit 1 hectare au pied de chaque éolienne.

Des repères sont positionnés aux angles du carré de prospection et les déplacements au sein de la zone s'effectuent par transect de 5 mètres de large. La surface est ainsi explorée dans son ensemble grâce à des parcours parallèles successifs (cf. figure suivante).

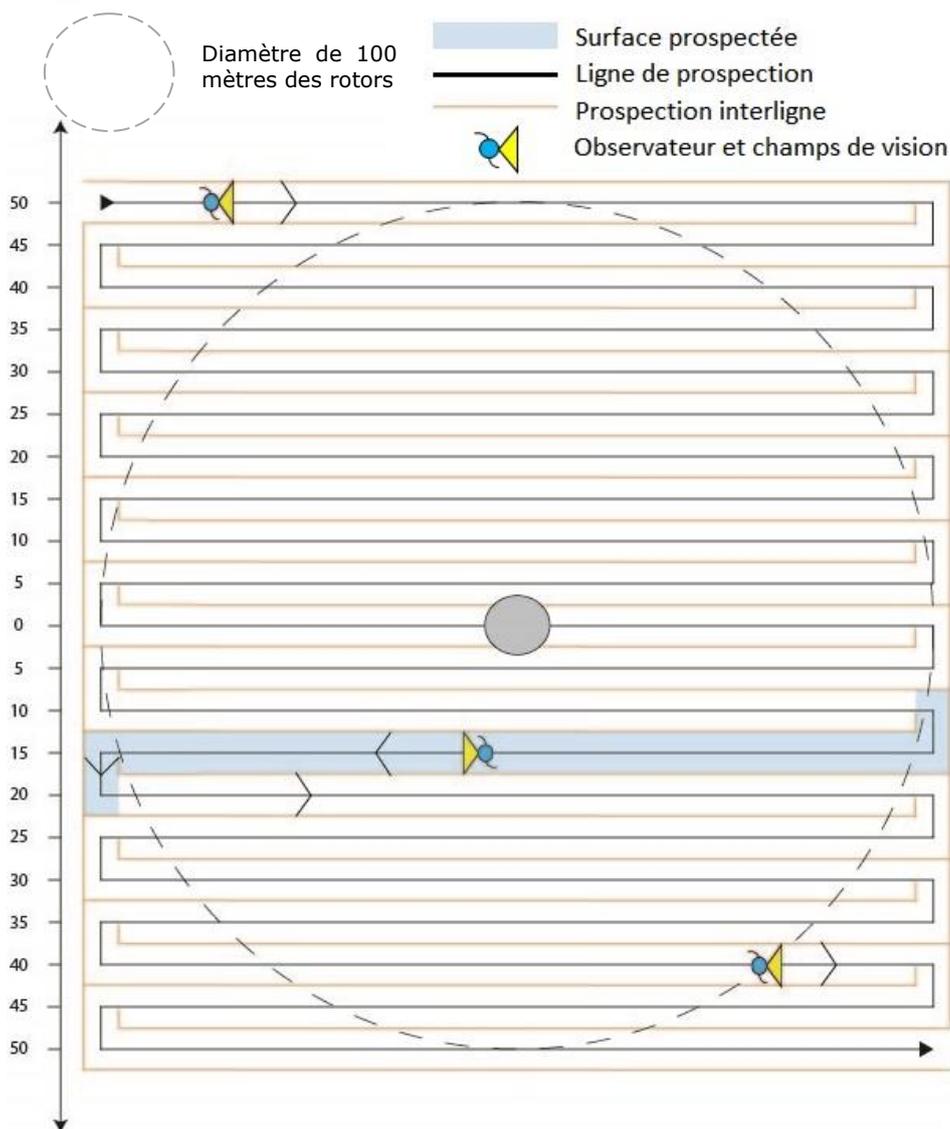


Figure 5 : Schéma du protocole de prospection (source : ALISE)

La détection de cadavres aussi petits que ceux de chauves-souris ou des passereaux est conditionnée par différents facteurs, notamment la hauteur et la densité de la couverture végétale.

6.3- Détermination des individus retrouvés

Dans la mesure du possible, les déterminations sont réalisées à l'espèce ou groupe d'espèces. L'identification est basée sur la morphologie, la coloration, les mensurations et comparée aux indications figurant dans les ouvrages de référence au besoin.

Des relevés biométriques peuvent être réalisés :

- pour les oiseaux : tarse, aile pliée, ...
- pour les chiroptères : avant-bras, mesure des doigts, ...

Les éventuels chiroptères découverts morts présentant un état de conservation satisfaisant peuvent par ailleurs faire l'objet de mesures et d'examen précis en laboratoire portant sur les rangées dentaires (mesures, forme des dents).

6.4- Relevés réalisés lors de la découverte d'un cadavre

Plusieurs paramètres sont relevés sur les individus retrouvés, le cas échéant :

- Le sexe, l'âge, les conditions sexuelles ;
- La position relative à l'éolienne la plus proche (relevé GPS du cadavre) ;
- Le milieu dans lequel le cadavre est découvert (hauteur de végétation) ;
- Son état de décomposition (estimation de la date de mort) ;
- Le type de blessure observé (saignements, fractures,...).

La fiche de terrain relevant ces caractéristiques est présentée en annexe 1. La présentation de chaque cadavre identifié figure sur les fiches de terrain en annexe 2.

6.5- Relevés complémentaires

Afin de définir les biais et les coefficients applicables pour l'évaluation de la mortalité, plusieurs paramètres sont relevés :

- Assolement des parcelles proches

Une visite de terrain est réalisée en début de saison afin de relever l'occupation du sol autour de chaque éolienne. Des photographies de chaque site sont réalisées lors des visites, en période estivale.

- Paramètres météorologiques

Ils portent sur les conditions climatiques relevées le jour du suivi (température, direction et force du vent, nébulosité, présence de brouillard...) et des phases de la lune (susceptibles d'engendrer des biais pour la migration des oiseaux nocturnes). Ces suivis peuvent être complétés par les données disponibles auprès de la station météorologique la plus proche.

- Réalisation de tests de disparition de cadavres

Ce biais peut varier fortement selon les sites d'implantation, en fonction des densités d'animaux prédateurs et/ou nécrophages.

La réalisation de tests est impérative pour connaître la vitesse de disparition des animaux morts, que ce soit par prédation (rapaces, carnivores) ou par l'action des invertébrés nécrophages.

Ce test a été réalisé deux fois (20/06/2023 et 19/09/2023) en disposant sur place des souris et des poussins morts. À chaque nouveau passage depuis la pose (3 passages restant dans la session), des photos sont réalisées et le taux de disparition est évalué, de même que les

causes de disparition : prédation ou enfouissement par insectes nécrophages, décomposition naturelle...

La réalisation de ce test permet d'estimer le biais lié à la disparition des cadavres entre deux visites et donc le nombre d'animaux échappant à nos suivis basés sur deux visites hebdomadaires.

- **Réalisation de test d'efficacité de la recherche**

La recherche des cadavres est dépendante à la fois du milieu prospecté (densité, hauteur), qui conditionne la visibilité, de l'attention du prospecteur et de sa capacité à distinguer les animaux morts au sol.

Le test passe par la présence de deux opérateurs, l'un dispersant de manière aléatoire les leurres au sein de la zone d'étude, l'autre pratiquant ensuite une recherche visuelle selon la méthodologie définie au chapitre « *** ». Afin de simuler au mieux la présence de cadavre, des morceaux de tissu (5x5 cm) foncés, mouillés et roulés dans la terre ont été utilisés.



Photo 1 : Leurre utilisé pour le test de détection

Afin d'être optimal, le test est réalisé au sein de parcelles censées être représentatives (hauteur de la strate herbacée, densité) des surfaces prospectées.

Deux tests d'efficacité de la recherche ont été réalisés au cours du suivi, les 27 juin et 11 septembre 2023. Ils ont été réalisés dans les mêmes conditions qu'une prospection classique.

Ce test a permis de déterminer le taux de détection **(d) = nombre de leurres découverts / nombre de leurres déposés**

7- MÉTHODES D'ANALYSES DES RÉSULTATS : APPLICATION A LA CENTRALE EOLIENNE DE RECLAINVILLE

Les protocoles proposés pour la réalisation de l'étude sont tirés d'études similaires ayant fait l'objet de nombreuses publications (Winkelmann, Erickson, ...) et utilisées comme bases méthodologiques pour le suivi de la mortalité en France. Ils reposent sur une recherche de cadavres à intervalles réguliers, sur une période définie, selon une méthode de recherche à vue standardisée.

La mise en place de tests (taux de disparition des cadavres, efficacité de la recherche selon l'observateur et le milieu prospecté) **permet d'obtenir, à l'aide de formules mathématiques, une estimation du taux de mortalité moyen** pour l'ensemble des aérogénérateurs suivis.

Chaque passage se caractérise par une *session* qui correspond à l'exploration du pied de toutes les éoliennes du parc (3 aérogénérateurs) sur une **superficie estimée à 1 ha** pour chacune des machines (carré de 100 m de côté).

Il est également nécessaire de minimiser les facteurs d'erreur en améliorant les conditions de recherche des cadavres, notamment par la maîtrise du sol sur l'espace préconisé (surface de 1 ha au pied des machines). **Ces problématiques sont évoquées à titre informatif ci-après en même temps que la méthode.**

Au cas où cette superficie varierait au cours de la saison (développement des cultures rendant la recherche d'indices impossible ou très difficile), un repérage de la zone réellement prospectée est réalisé à l'aide d'un GPS afin d'affecter un facteur correctif aux résultats obtenus.

7.1- Les Méthodes d'estimation de la mortalité

L'estimation de la mortalité est une méthode comportant des paramètres révélant une différence entre la mortalité brute découverte lors du suivi et la mortalité réelle. Différents paramètres peuvent influencer cette estimation :

- L'efficacité de l'observateur ;
- La prédation sur le site ;
- L'état des cadavres et leur vitesse de dégradation entre deux prospections ;
- Les surfaces non prospectables (végétation haute, récolte, semis ou labour en cours lors de la prospection, etc.)
- La surface prospectée est plus petite que la zone où se situe les cadavres ;
- Les conditions météorologiques pouvant altérer les cadavres.

Ces différents paramètres sont étudiés et comparés aux résultats bruts observés sur le site. L'étude de ces paramètres est décrite dans les paragraphes suivants.

- Ajustement de la surface réelle contrôlée et la surface à prospecter (**variable a**)

En pratique l'application du protocole de prospection s'avère légèrement différent de la théorie. La surface réellement prospectée autour de l'éolienne peut être légèrement différente de la surface théorique du protocole. Ces différences peuvent être dues à la topographie du site, la densité de végétation ou encore l'incapacité de prospection d'une partie de la surface théorique (stockage de matériel sur les plateformes).

Un coefficient surfacique peut alors être calculé afin de connaître le taux de cadavres non retrouvés par l'observateur. Cependant, les éoliennes n'ont pas pu être prospectées de manière équivalente compte tenu de l'occupation du sol autour de chacune.

Ainsi pour ajuster les calculs et estimer la mortalité sur le parc la **variable a** est calculée. Cette variable correspond à une relation de **simple proportionnalité surfacique** (méthode de simple proportionnalité) qui est :

$$a = 1 + \left(1 - \frac{\text{surface réellement prospectée}}{\text{surface à prospecter (théorique)}}\right)$$

Cependant cette formule ne prend pas en compte la répartition des cadavres autour de l'éolienne.

Une seconde méthode développée par **Arnett & al.** (2005) prend en compte la distribution des cadavres et la proportion des surfaces prospectées (adapté au contexte de prospection en carré) :

$$A = \frac{\sum_{k'=1}^7 \frac{c_{k'}}{p_{k'} s_{k'}}}{\sum_{k'=1}^7 \frac{c_{k'}}{p_{k'}}}$$

Avec :

- Ck' 'est le nombre de cadavre retrouvé dans le transect prospecté.
- PK' correspond au taux de détection (d).
- Sk est la proportion du transect prospecté.

- Probabilité de persistance des cadavres (**variable p**)

Le test de disparition de cadavres mis en place par la pose de souris et de poussins congelés permet de connaître le taux de persistance des cadavres sur le parc.

Le taux de disparition correspond à la proportion de dépouilles qui demeurent durant l'intervalle compris entre deux prospections.

P : proportion de disparition entre deux prospections

Tm : Durée moyenne de persistance durant l'intervalle (en jours)

- Estimation de la mortalité (méthodes statiques)

Le paramètre nécessaire pour **estimer la mortalité** à partir de la recherche de cadavre au sol est la probabilité de détection (b). Soit la probabilité qu'un cadavre soit retrouvé. Cette probabilité dépend de la surface réellement prospectée (a) ; de l'efficacité de l'observateur (d) et de la persistance des cadavres (p).

Quatre formules mathématiques sont couramment utilisées pour estimer la mortalité réelle à partir des résultats des suivis (ceux-ci étant variables en fonction de nombreux facteurs, engendrant des biais parfois élevés). Dans cette étude, les formules d'Erickson, de Jones et de Huso ont été utilisées.

Les formules de Jones (2009) et Huso (2010) proposent des estimations basées sur la probabilité de persistance d'un cadavre entre deux prospections (session).

- **Méthode de Erickson (2000)**

Erickson utilise une formule qui intègre la durée de persistance moyenne des cadavres. Elle présente l'avantage de fonctionner même lorsque le taux de persistance des cadavres est inférieur à l'intervalle de temps entre deux visites. Cependant, lorsqu'à l'inverse ce taux est trop élevé, cette méthode peut donner des estimations possiblement erronées.

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

Avec :

\bar{t} = Tm : Durée moyenne de persistance des cadavres (en jours)

I : Intervalle de temps entre deux visites (en jours)

- **Méthode de Jones (2009)**

Jones & al. (2009) proposent différentes hypothèses pour estimer la mortalité : le taux de mortalité est constant sur l'intervalle, la durée de persistance suit une variable exponentielle négative et la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle.

Le taux de persistance est alors remplacé par la formule suivante : $p = \exp(-0.5 \times I/\bar{t})$

La notion d'intervalle effectif est aussi ajoutée.

Plus l'intervalle I est long et plus le taux de persistance tend vers 0.

Un cadavre découvert au bout d'un I très long n'est certainement pas mort au début de cet intervalle. Il est plus probablement 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 $-\log(0,01) \times tm$.

$$N = \frac{C}{a \times d \times \hat{I} \times e^{(-0.5 \times I/tm)}}$$

Avec

I : Intervalle moyen entre deux prospections

Tm : Durée moyenne de persistance durant l'intervalle (en jours)

- **Méthode de Huso (2010)**

Huso considère une mortalité constante sur l'intervalle et la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. Le coefficient proposé est plus élevé :

$$p = \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I}$$

Soit une formule sensiblement semblable à Jones :

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

Avec

d : efficacité moyenne de l'observateur

k : $\text{Min}(1, -\log(0.01) \cdot tm/I)$

d'' : $\text{Min}(I / -\log(0.01) \cdot tm)$

Les différences d'estimations sont fortement liées aux coefficients correcteurs (détection des cadavres, disparition, correction de la surface) et à leur application, qui varie selon les formules.

Ces différences ont été détaillées par Bernardino *et al.* (2013). Elles sont mises en exergue par Tran et Roux (2012) qui affirment que « Les résultats obtenus selon la méthode de Winkelmann (1989) semblent produire une large surestimation de la mortalité (variation du simple au triple avec cette méthode par rapport aux quatre autres).

En effet, lorsque le taux de persistance des cadavres est inférieur à l'intervalle de visite, les estimations proposées par cette méthode ne sont pas pertinentes. À l'inverse, si ce taux est trop élevé, c'est la méthode d'Erickson *et al.*, (2000) qui donne des estimations possiblement erronées. Les estimations issues des méthodes de Jones (2009) et d'Huso (2010) fonctionnent dans tous les cas et donnent des résultats très proches. »

7.2- Période et rythme

L'obtention de résultats comparables avec d'autres études passe par un suivi bien rythmé et couvrant au maximum la période d'activité des chiroptères d'une part, mais également les périodes à risque pour l'avifaune (notamment la migration postnuptiale).

La méthodologie étant comparable pour la recherche des cadavres, les suivis de mortalité chiroptères et avifaune peuvent être couplés lors de la même session.

- Pour les chiroptères, la période d'étude est liée à celle de la plus forte activité à savoir la période « estivale » (comprenant le regroupement en colonies, la dispersion des jeunes et la reproduction automnale).
- Pour l'avifaune, la période de sensibilité concerne les nicheurs, mais également les oiseaux en dispersion et en migration. La migration postnuptiale étant la plus importante (et la plus détectable) dans le nord-ouest de la France, il convient d'étendre les suivis jusqu'à la dernière semaine d'octobre pour cerner une éventuelle mortalité pour les oiseaux en déplacement.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Migration pré-nuptiale												
Reproduction												
Migration post-nuptiale												
Hivernage												

Figure 6 : Périodes de l'année correspondant aux périodes du cycle biologique des oiseaux (les périodes principales sont représentées en vert foncé – les périodes représentées en vert clair dépendent du type de milieux et des conditions météorologiques) (source : DREAL Hauts-de-France, 2017)

En conséquence, le suivi de mortalité proposé est réalisé **de mai à octobre 2023**. Afin de cerner au mieux la mortalité, il est nécessaire d'envisager quatre sessions par mois sur l'ensemble de la période d'étude (préconisation d'un suivi tous les 3 jours protocole ICPE, SFEPM 2016).

La pression d'observation effectuée sur le parc éolien de Tôtes est de 4 passages en 9 jours maximum (correspondant donc à un suivi tous les 3 jours) sur les mois de mai, juin, août, septembre et octobre. Cette pression vise à reproduire *a minima* la pression de passage préconisé par la SFEPM.

Notre prospection s'est donc établie en 20 sorties réparties du 23/05/2023 au 18/10/2023. Volontairement, aucun suivi n'est réalisé en juillet, afin de concentrer davantage de passages sur la période d'août à octobre (période de transit automnal des chiroptères et de migration post-nuptiale des oiseaux), période où la mortalité est généralement la plus importante sur le quart nord-ouest de la France.

Tableau 1 : Dates du suivi réalisé en 2023 par ALISE

Mai	Juin	Août	Septembre	Octobre
23/05/2023	01/06/2023	02/08/2023	19/09/2023	10/10/2023
26/05/2023	20/06/2023	04/08/2023	22/09/2023	13/10/2023
30/05/2023	23/06/2023	08/08/2023	26/09/2023	16/10/2023
	27/06/2023	10/08/2023	28/09/2023	18/10/2023
	29/06/2023			

7.3- Entretien de la végétation

L'idéal de hauteur de végétation pour un suivi de mortalité n'excède pas 5 cm et au-delà de 10 cm les recherches s'avèrent très aléatoires, fastidieuses et coûteuses en temps.

Il est recommandé au commanditaire de l'étude d'assurer la mise en place et le suivi de ces conditions, soit naturellement (un pâturage adapté peut très bien convenir) ou artificiellement en faisant effectuer des tontes rases régulièrement, au minimum dans un rayon de 35 mètres autour du pied d'éolienne (mais plutôt dans un rayon de 50 m minimum [préconisations EUROBATS]).

En l'absence (présence de cultures hautes notamment), le suivi sera restreint aux seules zones prospectables et un coefficient est appliqué afin de relativiser les résultats aux superficies réellement prospectées.

Des classes de végétation sont définies selon la hauteur de la végétation et de la visibilité du site et de la topographie (Rodrigues & al., 2008).

- Classe 1 : Visibilité nulle à faible. Cette classe correspond à une végétation haute et/ou dense sans visibilité au sol (culture de blé, lin, betterave, herbe haute) ;
- Classe 2 : Visibilité moyenne. Cette classe correspond à une végétation recouvrante, mais de hauteur moyenne à basse (entre 5-10 cm). Sur le site cette classe correspond aux zones enherbées tondues ;
- Classe 3 : Visibilité très bonne à bonne. Cette classe correspond à une très faible hauteur de végétation, voir une absence de végétation, le sol est nu. Sur le site, cette classe se rencontre suite à la récolte de la culture (labour ou fauche) et aux zones de plateforme gravillonnée (sol nu).

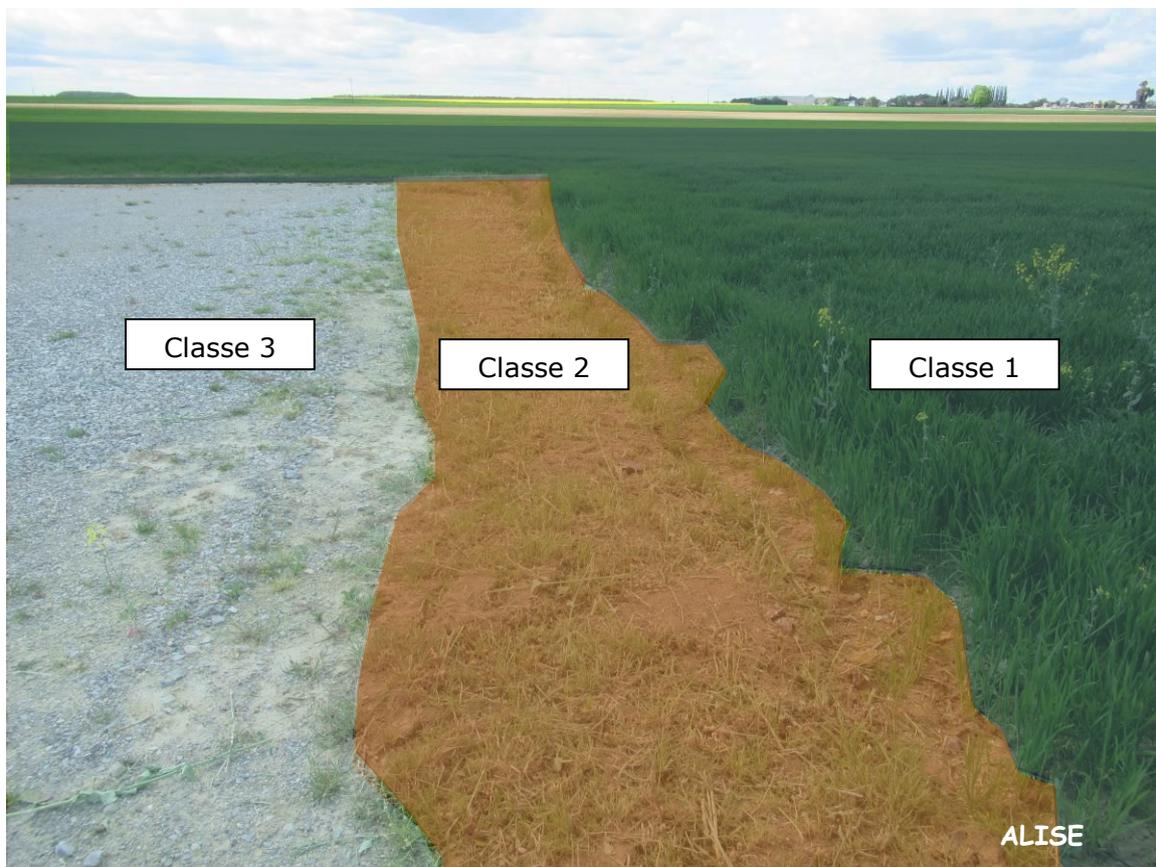


Figure 7 : Typologie des classes de végétation

8- MORTALITÉ LIÉE AUX AÉROGÉNÉRATEURS : RAPPEL DES FAITS

8.1- Connaissances relatives à l'avifaune

Il existe une littérature abondante concernant la mortalité des oiseaux causée par les structures liées à l'activité humaine, et l'impact de ces structures sur les populations d'oiseaux (Klem, 1990a; Fajardo *et al.*, 1998 ; Alonso & Alonso, 1999). Le nombre d'oiseaux victimes de collisions contre ces structures est estimé, aux Etats-Unis entre 100 millions et un milliard (Klem, 1990b ; Manville, 2000).

Plusieurs études montrent que la mortalité engendrée par les parcs éoliens est plus faible que les autres sources de collision (De Lucas *et al.*, 2004, 2005). D'après Erickson *et al.* (2001), **la mortalité liée à la collision avec des turbines représente 0.01–0.02% du total**, ce qui est bien plus faible que celle imputée à la circulation automobile, aux immeubles ou encore aux lignes électriques.

Tableau 2 : Estimation du nombre d'oiseaux morts par collision avec des structures anthropiques aux USA (d'après Erickson *et al.*, 2001).

Cause de mortalité	Nombre d'oiseaux (estimation de la mortalité)
Circulation automobile	60.000.000 – 80.000.000
Immeubles, baies vitrées	98.000.000 – 980.000.000
Transport d'électricité	174.000.000
Antennes TV & télécommunications	4.000.000 – 50.000.000
Éoliennes	10.000 – 40.000

Les chiffres de mortalité en Europe, rapportés au kilomètre, peuvent être comparés à la mortalité sur les lignes électriques et les autoroutes (Everaert 2003, Winkelmann 1992a), les structures anthropiques à risque étant beaucoup moins développées qu'aux USA.

Certaines études ont montré localement de forts taux de mortalité, notamment de rapaces (Orloff & Flannery 1992 ; Barrios & Rodriguez, 2004). Du fait de la situation précaire de certaines espèces, notamment de certains rapaces et autres espèces à grande longévité et faible taux de reproduction, toute cause de mortalité additionnelle peut avoir un effet important sur la survie des populations (Drewitt & Langston 2006).

Selon les périodes de l'année, le risque de mortalité peut varier. D'une manière générale, le risque est augmenté lors des périodes de migration qui engendrent des déplacements pouvant être importants notamment dans les secteurs concentrant les flux. En Pays de Caux, ces secteurs se trouvent principalement le long de la côte. Sur le reste du territoire, la migration reste généralement diffuse. (LPOHN/ DREAL)

Il est difficile de prévoir l'impact d'un futur parc sur la mortalité des oiseaux et son impact sur les populations, du fait de la diversité des situations et des multiples facteurs entrant en ligne de compte. Seul un suivi peut permettre d'avoir une réelle idée de ce qui se passe sur chaque parc et donc d'apprécier l'impact de celui-ci.

Toutes les espèces sont potentiellement concernées, en fonction du site dans lequel on se trouve, sauf certaines espèces sédentaires qui ne volent jamais très haut (Perdrix grise par exemple). Les facteurs à risque identifiés sont :

- **La zone d'implantation** : Ainsi, à Zeebrugge (Belgique), une ligne de 25 éoliennes de taille moyenne, située à proximité d'une colonie plurispécifique de Sternes, occasionne une mortalité estimée à 20 oiseaux/turbine et par an. La surmortalité occasionnée sur la population est estimée à 4% pour la Sterne pierregarin (Everaert & Stienen, 2007).

La mortalité est généralement élevée sur les sites présentant des reliefs propices aux ascendances (oiseaux planeurs) (Alerstam, 1990, Orloff & Flanery, 1992, Howell in Cordier 2002) ou occasionnant une concentration des vols, tels que les cols. Les parcs proches des haltes migratoires peuvent être plus dangereux, car les oiseaux décollent et atterrissent en passant à hauteur des pales (même si leur vol de migration est beaucoup plus haut que le bout des pales, Cordier 2002).

- **Les conditions météorologiques** : un fort vent peut provoquer un "défaut de manœuvre" sur les oiseaux et augmenter les risques de collision. De la même façon, il semble que les collisions soient plus nombreuses par temps de brouillard ou de pluie. Sur un des sites hollandais suivis par Winkelmann (1992a), beaucoup de cadavres ont été trouvés après des nuits défavorables à la fois pour le vol et la visibilité (forts vents, brouillard, pluie, pas de lune). Enfin, la direction et la force du vent influent sur l'altitude de vol des migrateurs et donc sur leur exposition au risque de collision (Winkelmann 1992a). Les migrateurs voleraient à hauteur de pales par vent arrière alors qu'ils voleraient plus haut par vent contraire.
- **La période de la journée** : la nuit, la visibilité est réduite. Certaines études ont mis en évidence une mortalité plus élevée la nuit, surtout chez les migrateurs (Winkelmann 1992a, Karlsson 1983 in Everaert 2003). Les espèces au vol crépusculaire ou nocturne sont probablement moins aptes à détecter et éviter les turbines (Larsen & Clausen 2002).

Facteurs pouvant aggraver le risque de collision :

- **L'éclairage** : lorsque les éoliennes sont éclairées, elles peuvent attirer les oiseaux (comme les phares, connus pour leur impact sur les migrateurs). Une forte mortalité (43 oiseaux en une nuit) a déjà été observée en Suède sur une éolienne éclairée et pourtant non opérationnelle (Karlsson 1983 in Everaert 2003). Les sources lumineuses intermittentes blanches sont préférables aux sources rouge et/ou permanentes (Ugoretz 2001, Richardson 2000), avec la plus faible intensité possible (Hüppop *et al.*, 2006).
- **La disposition des éoliennes et la vitesse du rotor**
Les éoliennes peuvent engendrer des situations à risque en fonction de leur localisation par rapport aux enjeux ornithologiques. Sur un même parc, une éolienne peut être plus meurtrière que ses voisines (Everaert 2003, Orloff & Flanery 1992). Pour les oiseaux locaux qui effectuent de fréquents déplacements, il semble que les parcs en plusieurs petits "clusters" soient moins dangereux (Winkelmann 1992a). Mais ceci reste relatif pour les parcs à grandes éoliennes comme celui de Bais/Trans car les machines sont déjà suffisamment éloignées les unes des autres pour des problèmes techniques de turbulence.
- **Le cumul des obstacles**
La présence cumulée des fils électriques et des éoliennes multiplie les risques de collision, d'où la nécessité d'enfouir les lignes sur les sites éoliens et autour, pour éviter les cumuls de mortalité et vraiment compenser l'impact des parcs.
Le cumul des parcs sur des territoires proches engendre des effets à grande échelle, à la fois sur les populations locales et les populations migratrices (nécessité de contourner de nombreux obstacles le long du trajet).

Les différentes études montrent une mortalité faible à moyenne, dépendant de nombreux facteurs. Toutefois, le problème n'est pas de savoir si les éoliennes tuent des oiseaux mais quelles espèces sont touchées et si cette mortalité a un impact sur la santé des populations d'oiseaux.

Il est donc nécessaire de prendre en compte à la fois le risque de collision de chaque espèce en fonction de son abondance et de son comportement, mais aussi de le comparer à la sensibilité

de l'espèce d'un point de vue de la conservation. Ainsi, la mort d'un seul individu d'une espèce menacée ou à aire de répartition restreinte peut être plus grave que la mort de plusieurs individus d'une espèce en "bonne santé".

Tout récemment, une étude réalisée par la LPO, issue de la compilation et de l'analyse de 197 rapports de suivis environnementaux réalisés sur des parcs éoliens français entre 1997 et 2015 a montré que le nombre de cas de collisions constatés pour les oiseaux est globalement faible au regard de l'effort de prospection mis en œuvre (35 903 prospections réalisées dans le cadre de suivis de mortalité, généralement sur un rayon de 50 m autour de chaque éolienne, ont permis de découvrir 803 cadavres d'oiseaux, soit 1 cadavre toutes les 45 prospections). La mortalité réelle due aux éoliennes est estimée que pour très peu de parcs selon cette étude. Pour les huit parcs situés en Z.P.S. et analysés (qui représentent 1,38 % des éoliennes françaises), la mortalité réelle estimée varie de 0,3 à 18,3 oiseaux tués par éolienne et par an, la médiane s'établissant à 4,5 et la moyenne à 7,0.

Concernant cette même étude, il est mentionné que 81 % des cadavres retrouvés appartiennent à des espèces protégées ou présentant une préoccupation majeure quant à leur état de conservation. Les roitelets à triple bandeau et les martinets noirs sont les espèces les plus retrouvées (en valeur absolue) sous les éoliennes françaises. Ils sont principalement impactés lors de la migration post-nuptiale. D'une manière générale, les migrateurs (principalement des passereaux) représentent 60 % des cadavres retrouvés.

Les rapaces diurnes (Faucon crécerelle et crécerellette, Milans noir et royal, Busard cendré, Buse variable, ...) constituent les premières victimes des éoliennes au regard de leurs effectifs de population, d'autant que dans la majorité des cas, ce sont des individus nicheurs en France qui sont impactés.

Enfin, l'étude met également en avant la très forte sensibilité des Laridés (Mouettes et Goélands) aux éoliennes, bien que ne sont concernés dans l'analyse, qu'un nombre très réduit de parcs littoraux.

8.2- Connaissances relatives aux chiroptères

Chez les chauves-souris, c'est la mortalité sous les parcs qui a été de loin la plus étudiée et des synthèses ont été réalisées dans nombre de pays (voir par exemple Dürr et Bach 2004 ; Kunz *et al.* 2007 ; Arnett *et al.* 2008).

La mortalité des chauves-souris est préoccupante car ce sont des espèces à faible taux de reproduction (un à deux jeunes par an) et à grande longévité. La mort d'une femelle est donc particulièrement dommageable, d'autant plus que la quasi-totalité des espèces présentes en France sont en mauvais état de conservation. La surmortalité engendrée par les parcs éoliens peut constituer un facteur aggravant sur les populations les plus sensibles (Kunz *et al.* 2007 ; Risser *et al.* 2007).

Les facteurs engendrant une mortalité de chiroptères commencent à être ciblés :

- La hauteur des pales et du mat :

La mortalité des chiroptères est significativement liée à la hauteur de l'éolienne (Barclay *et al.* 2007), contrairement à ce qui a été mis en évidence pour les oiseaux. Ainsi le remplacement des éoliennes d'ancienne génération (moins haute) par des structures plus performantes est susceptible d'augmenter significativement la mortalité. Selon Barclay *et al.* (op. cit.), la mortalité des chiroptères augmente proportionnellement au nombre de Mégawatts produits par chaque turbine.

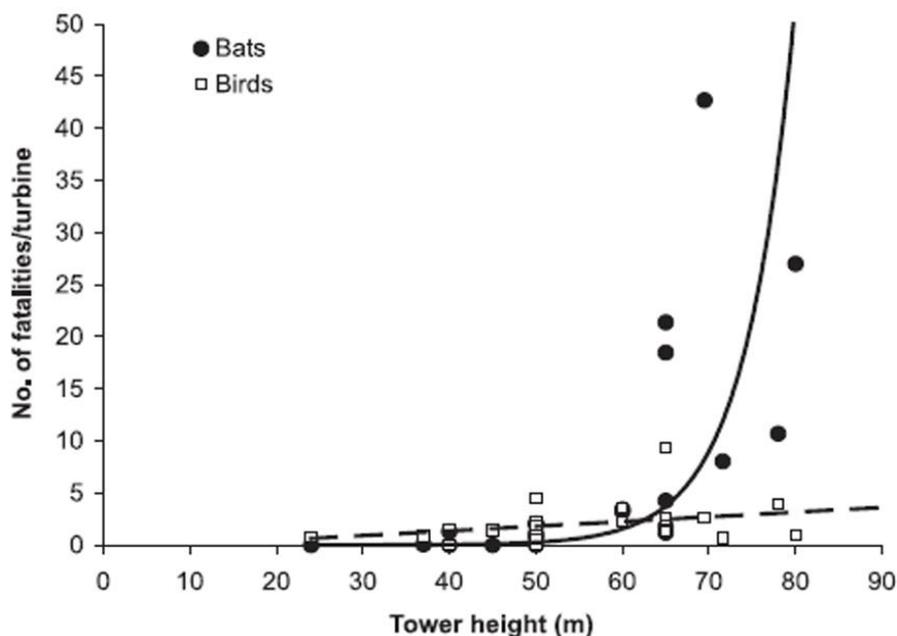


Figure 8 : Mortalité comparée des oiseaux et des chauves-souris en fonction de la hauteur du mât (d'après Barclay *et al.*, 2007)

- **Les conditions météorologiques**

Les Chauves-souris européennes sont nocturnes et se nourrissent d'insectes. Leur activité est moindre lorsque les proies sont peu actives : vent fort, pluie ou températures basses. A l'inverse, les périodes chaudes, avec un vent modéré et sans précipitations favorisent une activité intense.

- **La période de l'année**

Quelques espèces migratrices (noctules, pipistrelles) entreprennent des voyages de plusieurs centaines de kilomètres depuis l'Europe du nord. Le printemps et surtout l'automne constituent les saisons les plus à risque pour ces espèces, qui traversent en ligne droite nos paysages (Dürr, 2003 ; Keeley *et al.*, 2001). De plus, contrairement à la plupart des espèces sédentaires qui chassent à basse altitude, ces dernières voyagent haut, parfois à plus de 1000 mètres pour les noctules (Ahlen, 2003) et émettent peu d'ultrasons, rendant la détection des obstacles plus aléatoire.

- **L'emplacement des éoliennes**

La plupart des espèces de chiroptères européens sont forestières. Les éoliennes situées près des haies et au sein des forêts constituent un risque supplémentaire pour ces espèces (Bach, 2002).

- **Autres facteurs**

Il a été suggéré que le dégagement de chaleur engendré par le rotor attirait les insectes, ces derniers étant alors chassés par les chiroptères à proximité immédiate de l'éolienne. Les ultrasons produits par la machine pourraient également attirer les chauves-souris (Kunz *et al.* 2007), mais cette hypothèse n'a pu être démontrée.

Enfin, il a été montré (Horn *et al.* 2006) que les chauves-souris étaient attirées par l'éolienne elle-même. Des observations réalisées à l'aide de caméras thermiques laissent envisager que ces dernières inspectent le mat et le rotor, comme elles le feraient avec un arbre, cherchant une fente susceptible de leur procurer un abri diurne.

Données concernant la mortalité :

- **Causes de mortalité**

Baerwald *et al.* (2008) ont analysé 75 cadavres frais de chiroptères et remarqué que 36 recelaient une hémorragie abdominale ou pulmonaire, tandis que 32 seulement présentaient des lésions externes susceptibles d'avoir entraîné la mort.

Il s'avère que ce n'est pas tant la collision avec les pâles qui engendre la mortalité que le barotraumatisme (réduction ponctuelle de la pression créée par le déplacement des pales), qui provoque une explosion des fragiles tissus pulmonaires.

- **Importance de la mortalité**

La mortalité est variable selon les parcs éoliens. Des chiffres élevés ont été mis en évidence (Johnson *et al.* 1999, Lekuona 2001, Williams 2003, Cosson *et al.* 2004) : par exemple 475 chauves-souris sous 44 éoliennes en 8 mois aux Etats-Unis. Le bilan de Barclay *et al.* (2007) indique des mortalités corrigées (en tenant compte de la disparition des cadavres et de ceux non retrouvés) allant jusqu'à 43 chauves-souris par turbine et par an.

Au Brandenburg, des valeurs moyennes non corrigées de 0,23 chiroptères par turbine et par an sont proposées (Dürr, 2003).

En Pays de la Loire, une étude pilote a été réalisée sur le site de Bouin (Vendée). Le nombre de chauves-souris tuées par les éoliennes de Bouin entre 2004 et 2005 varie de 20 à 27 chauves-souris par éolienne et par an (COSSON *et al.* 2005). Il s'agit en majorité de Pipistrelles de Nathusius. Environ 90% de la mortalité intervient entre juillet et octobre, au moment des dispersions postnuptiales et des migrations. La majorité des collisions a lieu à la fin de l'été et en automne, au moment des migrations vers les gîtes hivernaux (ERICKSON 2002, Dürr 2003, COSSON *et al.* 2004 et 2005).

- **Espèces touchées**

Toutes les espèces sont potentiellement touchées, toutefois ce sont les espèces migratrices et forestières qui payent le plus lourd tribut.

Parmi les espèces concernées, ce sont essentiellement des espèces communes qui ont été récoltées à savoir : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Sérotine commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule commune (HARBUSCH & BACH 2005).

Les deux dernières sont connues pour leurs trajets migratoires entre le nord-est de l'Europe et le sud-ouest. Les Noctules dont la hauteur de vol peut être importante semblent donc les plus vulnérables. Mais nous ne disposons pas de données sur le type de vol migratoire des Pipistrelles de Nathusius (HARBUSCH & BACH 2005).

9- SUIVI MORTALITE REALISE SUR LA CENTRALE EOLIENNE DE RECLAINVILLE EN 2023

9.1- Zone d'étude

Le travail de terrain a été réalisé aux pieds et aux abords des éoliennes (n = 3), dans un périmètre correspondant à un **carré de 100 m de côté, soit une surface de 1 ha par éolienne**.

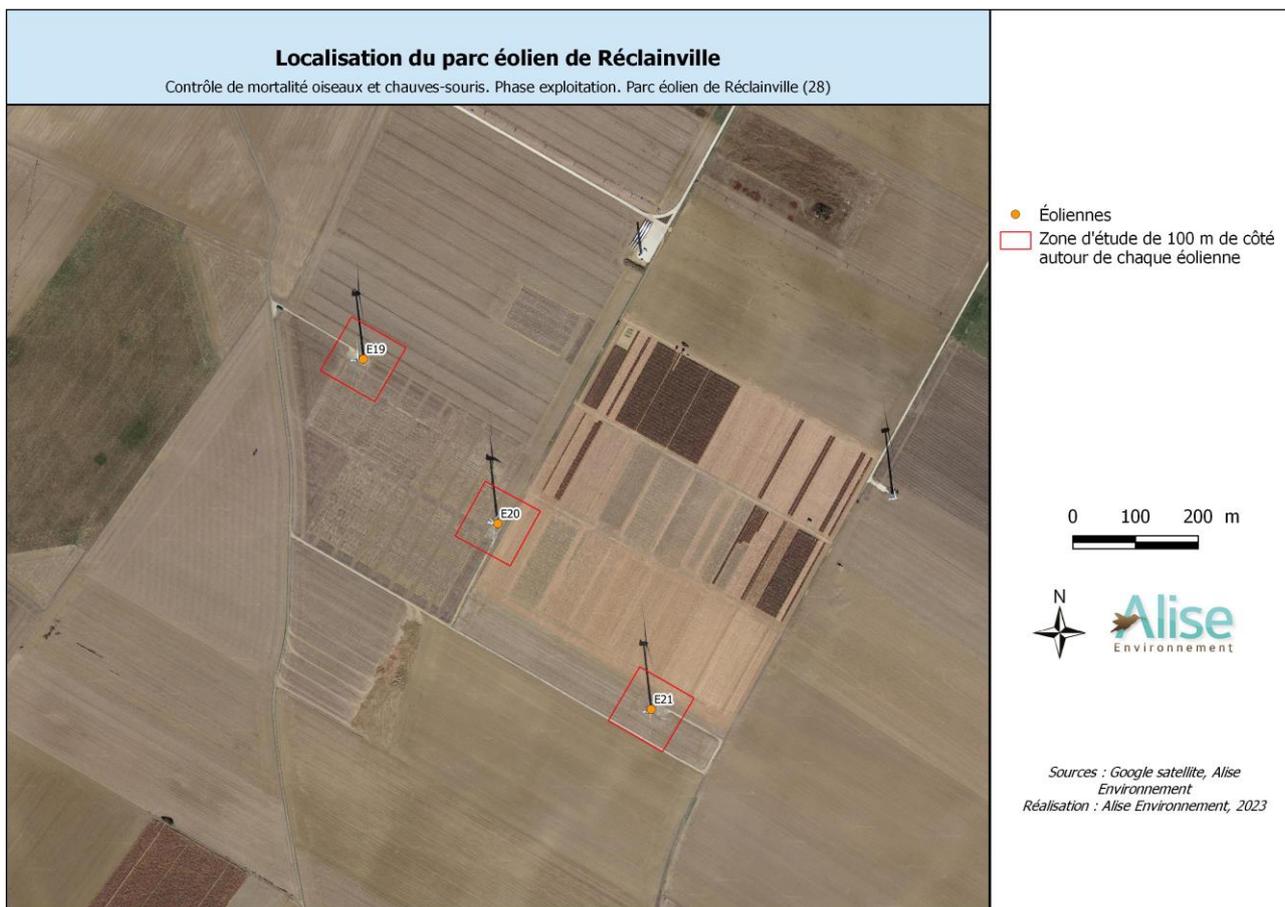


Figure 9 : Localisation des aires d'étude



Photo 2 : Éolienne E21 (au premier plan), éolienne E20 (au centre) et éolienne E19 (en arrière-plan)

9.2- Dates et fréquence des suivis

Le suivi a été réalisé de mi-mai jusqu'à mi-octobre 2023. La durée entre chaque passage au sein d'une même session est de 4 jours maximum. La durée moyenne entre chaque passage est de 7,7 jours. Au sein d'une même session (4 passages sur un mois), l'intervalle moyen est de 2,7 jours.

9.3- Horaires et durée des suivis

D'une manière générale, les sessions ont été réalisées le matin. Les machines sont prospectées selon un ordre aléatoire.

9.4- Conditions météorologiques lors des suivis

Les conditions météorologiques lors des suivis sont présentées dans le tableau ci-après : température, nébulosité, force du vent. Globalement les suivis se sont déroulés dans des bonnes conditions, hormis un passage très venteux le 02/08/2023.

Tableau 3 : Conditions climatiques relevées lors des suivis mortalité en 2023

Date	Température	Vent	Nébulosité
23/05/2023	13°	19 km/h	7/8
26/05/2023	13°	18 km/h	0/8
30/05/2023	19°	24 km/h	1/8
01/06/2023	22°	22 km/h	0/8
20/06/2023	21°	23 km/h	6/8
23/06/2023	23°	6 km/h	1/8
27/06/2023	21°	4 km/h	3/8
29/06/2023	24°	9 km/h	7/8
02/08/2023	21°	38 km/h	6/8
04/08/2023	17°	15 km/h	8/8
08/08/2023	20°	4 km/h	1/8
10/08/2023	15°	10 km/h	2/8
19/09/2023	14°	18 km/h	5/8
22/09/2023	12°	23 km/h	8/8
26/09/2023	17°	12 km/h	6/8
28/09/2023	15°	5 km/h	5/8
10/10/2023	15°	17 km/h	8/8
13/10/2023	20°	28 km/h	4/8

9.5- Occupation du sol, assolement au droit des zones prospectées

9.5.1- Occupation du sol et évolution des cultures

L'assolement des parcelles cultivées est variable chaque année et au cours de l'année. En 2023, les parcelles étudiées étaient semées en maïs, blé, orge, colza ou en labour.

Outre une variabilité interannuelle, les parcelles connaissant une évolution peuvent être schématisée ainsi : labour (ou semis direct) / semis / levée / fructification / récolte / chaumes / labour puis labour (ou semis direct) / semis / levée. L'évolution de la végétation et de l'aspect du sol (terre labourée, passage cultivateur, rouleau, ...) entraîne des changements importants dans la détectabilité des cadavres, qu'il convient de prendre en compte.

Cartographie de l'occupation du sol dans les zones d'étude

Contrôle de mortalité oiseaux et chauves-souris. Phase exploitation. Parc éolien de Réclainville (28)



- Éoliennes
- Zone d'étude (100 m de côté autour de chaque éolienne)

Occupation du sol

- Blé
- Chemin
- Friche
- Maïs
- Orge
- Plateforme

0 50 100 m



Alise
Environnement

Fond de carte : Google satellite, Alise Environnement
Réalisation : Alise Environnement, 2023

Figure 10 : Cartographie de l'occupation du sol dans les zones d'étude

9.5.2- Éléments exclusifs (habitats non prospectés)

Certains éléments de cultures situés au sein de chaque aire de prospection ne sont pas prospectés : un niveau 0 de détection (= aucune chance de trouver un cadavre) peut leur être attribué d'emblée. Il s'agit notamment des cultures hautes et denses (maïs, blé, orge et colza), ainsi que des délaissés non entretenus (friches herbacées hautes).

Le pied de l'éolienne présente une partie gravillonnée (accès à l'escalier) ceinturée par une zone de remblais relativement peu végétalisée, faisant suite à la plateforme proprement dite. Tout cadavre tombant dans ce secteur est aisément repérable par l'observateur.

Les abords de la plateforme sont longés par une friche herbacée relativement haute, non entretenue.

9.6- Test d'efficacité de l'observateur

Le test passe par la dispersion de leurres au sein des zones prospectées, afin de fournir un coefficient de correction, qui permet d'affiner les résultats.

L'efficacité de la recherche est liée en grande partie aux habitats présents et au couvert végétal des parcelles prospectées : plus la végétation est haute et dense, moins les chances de retrouver un cadavre sont élevées.

Les autres facteurs sont l'acuité visuelle de l'observateur en charge des recherches, son degré de concentration (généralement moins élevé après plusieurs heures de recherches) mais également le protocole utilisé et notamment l'éloignement entre chaque passage (plus le cadavre se situe à proximité du trajet, plus sa probabilité de détection est élevée).

Un observateur ayant réalisé la totalité des recherches, **deux tests ont été menés, un le 27/06/2023 et un autre le 11/09/2023**, en parallèle des suivis de mortalité réguliers.

Aucune pose de leurres ne s'est effectuée sur la classe de végétation 1 car cette classe n'est pas prospectable (hauteur de végétation > à 10 cm ou densité de végétation forte).

Tableau 4 : Résultats globaux du test d'efficacité de la détection

Date	Classe de végétation	Nombre de leurres posés	Nombre de leurres découverts	Taux de détection
27/06/2023	1	-	-	-
	2	20	13	0,65
	3	10	10	1,00
	SOMME	30	23	0,77
11/09/2023	1	-	-	-
	2	20	18	0,90
	3	10	10	1,00
	SOMME	30	28	0,93

Moyenne détection (d)	0,85
-----------------------	------

Le coefficient moyen de détection est donc : $d = 0,85$ soit 85 % de détection.

Il est variable en fonction des classes de végétation, allant de 65 à 90 % de détection sur la classe de végétation 2 qui correspond à une strate herbacée basse, et de 100 % pour la classe de végétation 3 qui correspond à un sol presque nu (gravillons ou labour).

Les données de la littérature indiquent des taux de détection variables : 0,8 à 1 (site de la Répara) et 0,3 à 0,9 (site du Pouzin) (Cornut et Vincent, 2010). En Vendée, Dulac (2008) fournit une estimation de 0,47 à 0,86. Dans les Bouches-du-Rhône il est estimé à 0,65-0,8 (AVES Environnement et GCP, 2010). Enfin Williamson (2011) fournit une fourchette de 0,4 à 1 (moyenne de 0,72) sur trois années de suivis.

9.7- Taux de disparition des cadavres

L'estimation de la vitesse de disparition repose sur l'observation des cadavres, il dépend des conditions climatiques, de la densité de décomposeurs et nécrophages et localement des activités humaines (labour, circulation automobile sur les plateformes).

La détermination du taux de persistance des cadavres artificiels (jeunes souris et poussins) a été étudiée.

Deux sessions de pose ont été établies, une première en début de suivi le 19/06/2023 et la seconde le 03/10/2023. Les calculs de persistance des cadavres ont été établis sur la base de ces deux tests de cadavres « artificiels ».

Lors de ces tests et donc à deux reprises, 3 souris et 3 poussins par éolienne ont été déposés sur l'ensemble du parc, dans la classe de végétation la plus basse (classe 3) à environ 5 m du mât de l'éolienne.

Tableau 5 : Persistance des cadavres « artificiels » durant la période de suivi 2023

Eolienne	JO : 20/06/2023				Nombre de jours de persistance pour la session 1	JO : 19/09/2023				Nombre de jours de persistance pour la session 2	Persistance moyenne en jour sur les 2 sessions
	J3 : 23/06/2023	J6 : 26/06/2023	J9 : 28/06/2023	J3 : 22/09/2023		J6 : 26/09/2023	J9 : 28/09/2023				
E1					1,5					3	2,25
					1,5					3	2,25
					1,5					3	2,25
					1,5					3	2,25
					1,5					3	2,25
					1,5					3	2,25
E2					1,5					9	5,25
					1,5					9	5,25
					1,5					3	2,25
					1,5					3	2,25
					1,5					3	2,25
					1,5					3	2,25
E3					1,5					9	5,25
					1,5					9	5,25
					1,5					3	2,25
					1,5					3	2,25
					1,5					3	2,25
					1,5					3	2,25
Tm = Temps de présence moyen d'un cadavre										2,92	
p = Taux de persistance moyen entre deux passages (%)										50%	



Cadavre de poussin

Cadavre de souris

**Le temps de présence moyen d'un cadavre (T_m) est de 2,92 jours.
Le taux de persistance moyen (nombre de cadavres « artificiels » retrouvés en moyenne entre deux passages sur site) (p) est équivalent à 50 %.**

Les valeurs de T_m et de p sont valables pour l'ensemble des éoliennes sur le parc, compte tenu de leur contexte environnemental homogène et l'absence de différences significatives.

9.8- Intensité des prospections

9.8.1- Formule de simple proportionnalité

L'intensité de la prospection est évaluée à partir de la surface totale prospectée lors du suivi.

La surface prospectée est basée sur la cartographie des habitats au sein d'un carré de 100 mètres autour du pied de l'éolienne.

Le plus faible taux de surface de prospection, 46%, concerne l'éolienne E19. Il est dû à une visibilité moyenne au sein des cultures entourant l'éolienne durant la totalité des sorties, avec au moins une moitié en culture non prospectable. En effet, l'éolienne E19 est entourée par une culture de maïs non prospectable durant tout le suivi 2023 et d'orge tout le mois de juin 2023. Au mois de juin donc, seules les prospections de la plateforme, de la zone en recolonisation autour ont pu être réalisées.

Le taux de surface de prospection le plus élevé atteint 66% sur l'ensemble du suivi pour l'éolienne E20. Le blé et l'orge ayant été fauchés au mois de juillet, l'éolienne a pu être prospectée à 100% à partir du mois d'août.

Une recolonisation par le colza à partir du mois de septembre sur l'ancienne culture d'orge réduit à mesure des passages le taux de prospection pour atteindre un taux de 35,8% au mois d'octobre.

Tableau 6 : Intensité de la prospection pour chacune des éoliennes suivies, rapportée à la superficie concernée
Formule de simple proportionnalité

N° de sortie	Date	Observateur	E19		E20		E21	
			Surface prospectée (m ²)	%	Surface prospectée (m ²)	%	Surface prospectée (m ²)	%
1	23/05/2023	YADALLEE ADAM	4731	47,3	1449	14,5	1379	13,8
2	26/05/2023	YADALLEE ADAM	4731	47,3	1449	14,5	1379	13,8
3	30/05/2023	YADALLEE ADAM	4731	47,3	1449	14,5	1379	13,8
4	01/06/2023	YADALLEE ADAM	4731	47,3	1449	14,5	1379	13,8
5	20/06/2023	YADALLEE ADAM	658	6,6	1449	14,5	1379	13,8
6	23/06/2023	YADALLEE ADAM	658	6,6	1449	14,5	1379	13,8
7	27/06/2023	YADALLEE ADAM	658	6,6	1449	14,5	7800	78,0
8	29/06/2023	YADALLEE ADAM	658	6,6	1449	14,5	7800	78,0
9	02/08/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	10000	100,0
10	04/08/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	10000	100,0
11	08/08/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	10000	100,0
12	10/08/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	10000	100,0
13	19/09/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	6789	67,9
14	22/09/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	6789	67,9
15	25/09/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	5979	59,8
16	27/09/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	5979	59,8
17	03/10/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	3579	35,8
18	06/10/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	3579	35,8
19	10/10/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	3579	35,8
20	12/10/2023	YADALLEE ADAM	5927	59,3	10000	100,0	3579	35,8
Surface prospectée (m²)			92681		131594		103727	
Surface réelle (m²) (*nbre de sortie)			10000		10000		10000	
Surface totale prospectée sur le suivi			46%		66%		52%	
Coefficient a par éolienne (a)			1,54		1,34		1,48	
Coefficient a moyen			1,45					

inf 40 %
 > 95 %

9.8.2- Méthode Arnett

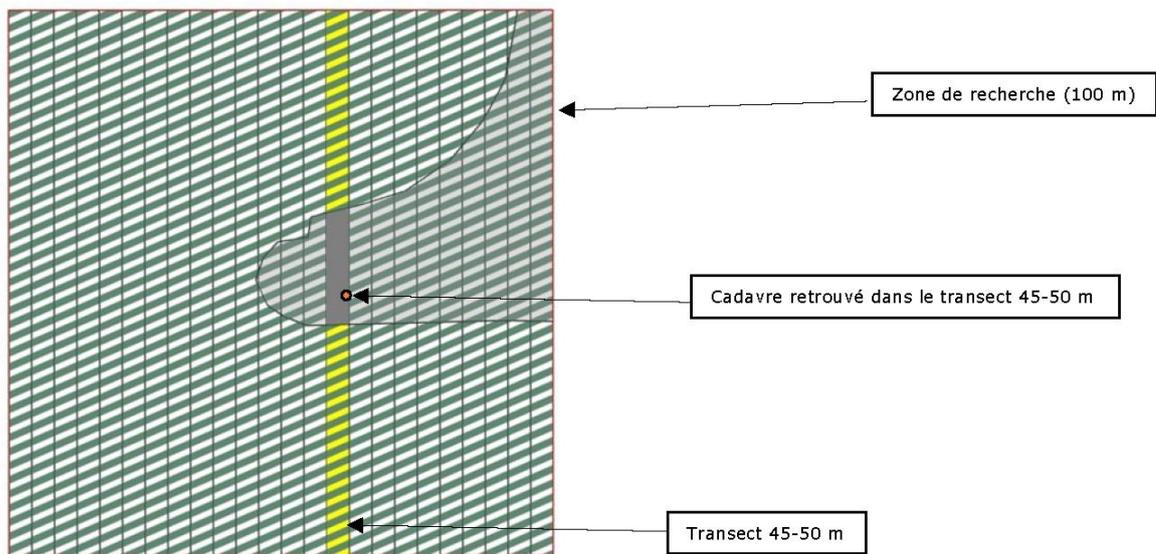
La formule Arnett permet d'obtenir des résultats seulement sur les éoliennes où des cadavres ont été relevés. Sur la centrale éolienne de Réclainville, comme au moins un cadavre a été retrouvé sous chacune des éoliennes, cette formule concerne l'intégralité du parc éolien.

La méthode Arnett permet d'obtenir un coefficient surfacique sur les surfaces des éoliennes ayant présentées des cadavres.

L'application des deux méthodes permet d'obtenir une estimation avec un seuil haut et seuil bas.

Le détail des calculs est présenté dans les tableaux page suivante avec :

- Les zones tampons correspondent aux transects prospectés autour de l'éolienne pour atteindre les 100 m de côté. (cf. Figure 11)
- L'aire du transect réelle correspond à l'aire du transect théorique, dans le cas où l'ensemble du transect est prospectable.
- L'aire du transect prospecté correspond à l'aire réellement prospectée sur l'ensemble du suivi à travers les 20 passages.



- Surface prospectée 17 fois sur les 20 passages (126 m²)
- Surface prospectée 3 fois sur les 20 passages (374 m²)

Aire totale du transect de la zone tampon 45-50 m	500 m ²
Aire totale réelle théorique sur les 20 passages	10 000 m ²
Aire du transect prospecté sur les 20 passages	3642 m ²
17 prospections uniquement sur la plateforme (126 m ² x 17 passages) = 2142 m ²	
3 prospections sur la totalité du transect 45-50 m (500 m ² x 3 passages) = 1500 m ²	
Taux aire prospectée (aire prospectée/ aire réelle théorique)	36,42%

Figure 11 : Exemple de calcul du coefficient a selon la méthode Arnett sur une éolienne dont la zone de prospection est de 10 000 m² (côté de 100 mètres)

Formule de simple proportionnalité : a = 1,45 ;

Formule d'Arnett : a = 1,43

L'application des deux méthodes permet d'obtenir une estimation avec un seuil haut et un seuil bas.

Tableau 7 : Calcul de la méthode Arnett

Tampon (m)	Nb de cadavre	Aire transect totale (m ²)	Aire transect prospecté théorique (m ²)	Aire réelle transect prospectée	Taux aire prospectée	Classe végétation			d	Ck/(d*Sk)	Ck/d	
						1	2	3				
40-45	1	500	10000	7376	0,7376	0	0,8	1	0,85	1,594998	1,176471	Ratio
									SOMME	1,594998	1,176471	1,36
Tampon (m)	Nb de cadavre	Aire transect totale (m²)	Aire transect prospecté théorique (m²)	Aire réelle transect prospectée	Taux aire prospectée	Classe végétation			d	Ck/(d*Sk)	Ck/d	
						1	2	3				
50-55	1	500	10000	6368	0,6368	0	0,8	1	0,85	1,847473	1,176471	
60-65	1	500	10000	7032	0,7032	0	0,8	1	0,85	1,673024	1,176471	Ratio
									SOMME	3,520497	2,352941	1,50
Tampon (m)	Nb de cadavre	Aire transect totale (m²)	Aire transect prospecté théorique (m²)	Aire réelle transect prospectée	Taux aire prospectée	Classe végétation			d	Ck/(d*Sk)	Ck/d	
						1	2	3				
50-55	1	500	10000	6890	0,689	0	0,8	1	0,85	1,707504	1,176471	Ratio
									SOMME	1,707504	1,176471	1,45

Le coefficient « a » moyen obtenu à l'aide de la formule d'Arnett est égal à 1,43.

10- RESULTATS DU SUIVI MORTALITE 2023

La mortalité globale constatée, attribuée aux éoliennes, est de 4 individus : aucun chiroptère et 4 oiseaux.



75% des cadavres ont été trouvés aux abords des plateformes E20 et E21 dans des zones de friche, de culture fauchée et de labours (classe de végétation 2). Le reste a été observé sur la partie plateforme de l'éolienne E19 (classe de végétation 3) (Figure 12).

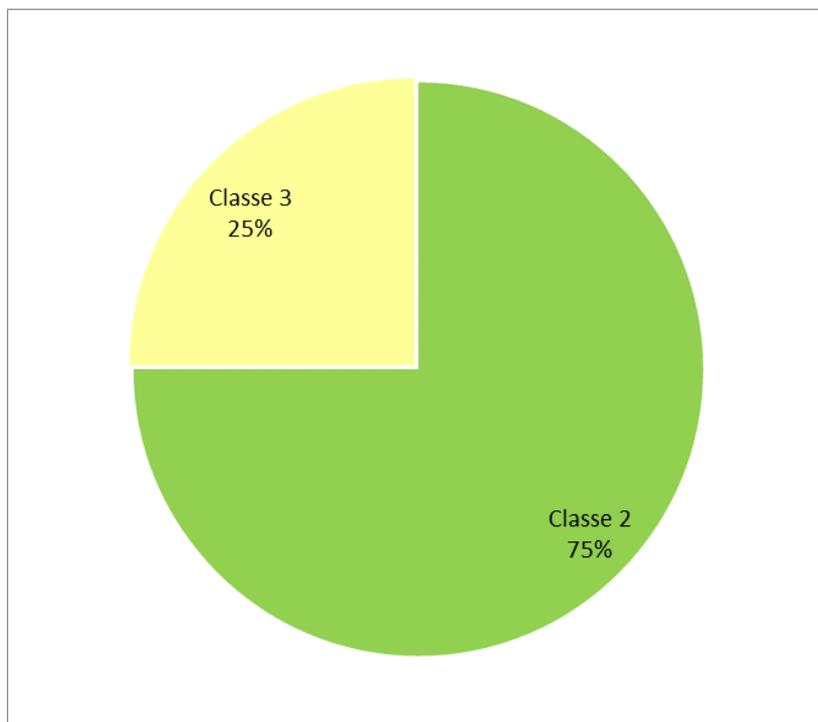


Figure 12 : Répartition des cadavres observés selon les classes de végétation

L'éolienne E20 représente le plus haut taux de mortalité avec 2 cadavres. Les éoliennes E19 et E21 regroupe 1 individu sous chacune d'elles. Aucun chiroptère n'a été observé.

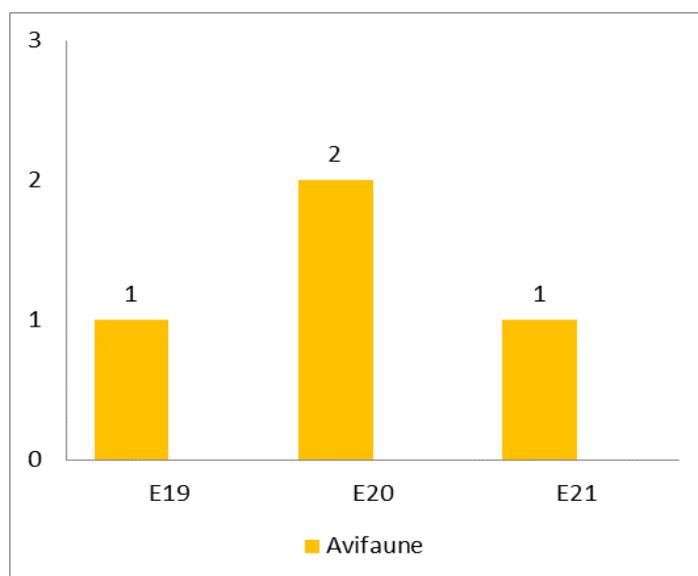


Figure 13 : Répartition des cadavres selon les éoliennes

Le Tableau 8 synthétise les résultats bruts du suivi mortalité 2023 sur la centrale éolienne de Réclainville.

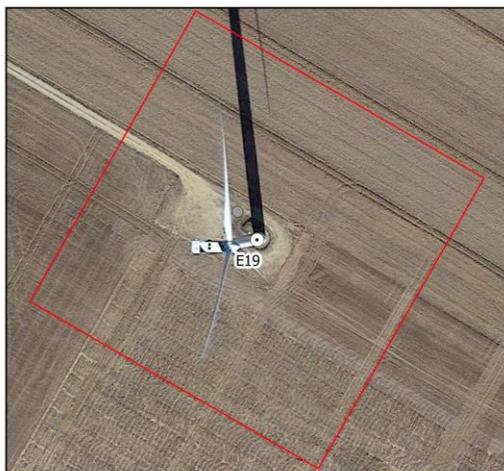
Tableau 8 : Résultats du suivi mortalité par éolienne

N° de l'éolienne	Nombre de cadavre / éolienne	Date	État du cadavre	Espèce	Distance du cadavre avec le mat (m)	Classe de la végétation	Hauteur de la végétation	Nb de cadavre
E20	1	27/06/2023	Mort/ Fragments	Perdrix grise (<i>Perdix perdix</i>)	1,5 m	2	10 cm	1
E21	1	27/06/2023	Mort/ Fragments	Perdrix grise (<i>Perdix perdix</i>)	7,6 m	2	15 cm	1
E19	1	02/08/2023	Mort	Oiseau sp.	7,6 m	3	0 cm	1
E20	1	22/09/2023	Mort/ Fragments	Perdrix grise (<i>Perdix perdix</i>)	10 m	2	10 cm	1

La localisation des cadavres « naturels » recensés est indiquée sur la Figure 14 ainsi que sur la Figure 15 avec l'occupation du sol.

Localisation des cadavres naturels recensés dans les zones d'étude

Contrôle de mortalité oiseaux et chauves-souris. Phase exploitation. Parc éolien de Réclainville (28)



□ Zone d'étude (100 m de côté autour de chaque éolienne)

○ Éoliennes

Mortalité avifaune

● Perdrix grise

● Oiseau sp.

0 50 100 m



Alise
Environnement

Fond de carte : Google satellite, Alise Environnement
Réalisation : Alise Environnement, 2023

Figure 14 : Localisation des cadavres naturels recensés dans les zones d'étude

Répartition des cadavres selon l'occupation du sol

Contrôle de mortalité oiseaux et chauves-souris. Phase exploitation. Parc éolien de Réclainville (28)



□ Zone d'étude (100 m de côté autour de chaque éolienne)

○ Éoliennes

Mortalité avifaune

● Perdrix grise

● Oiseau sp.

Occupation du sol

■ Blé

■ Chemin

■ Friche

■ Maïs

■ Orge

■ Plateforme

0 50 100 m



Alise
Environnement

Fond de carte : Google satellite, Alise Environnement
Réalisation : Alise Environnement, 2023

Figure 15 : Répartition des cadavres selon l'occupation du sol

10.1- Mortalité de l'avifaune

10.1.1- Espèces, effectifs

Quatre cas de mortalité ont été constatés au cours des suivis. Trois de ces individus sont des Perdrix grise, espèce non protégée, le quatrième, indéterminé au vu de l'état fortement dégradé de celui-ci.

Tableau 9 : Liste et statut des oiseaux retrouvés sur le parc

Nombre de cadavre	Nom vernaculaire	Nom latin	Statut de menace en région Centre Val de Loire	Statut liste rouge oiseaux nicheurs France (UICN, 2016)
3	Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	NT	LC
1	Oiseau sp.	-	-	-

LC Préoccupation mineure
NT Quasi-menacé

L'éolienne E20 regroupe 50% de la mortalité observée (2 oiseaux), les éoliennes E19 et E21 regroupe 25% chacune.

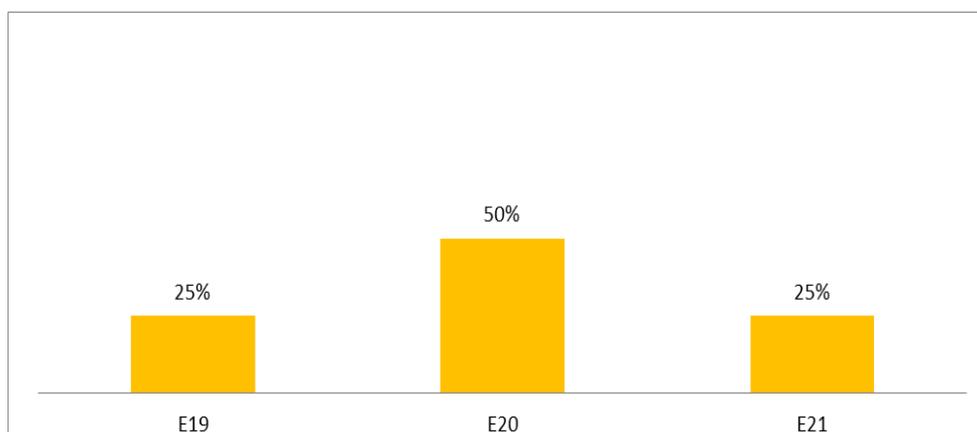


Figure 16 : Répartition du taux de mortalité avifaune par éolienne

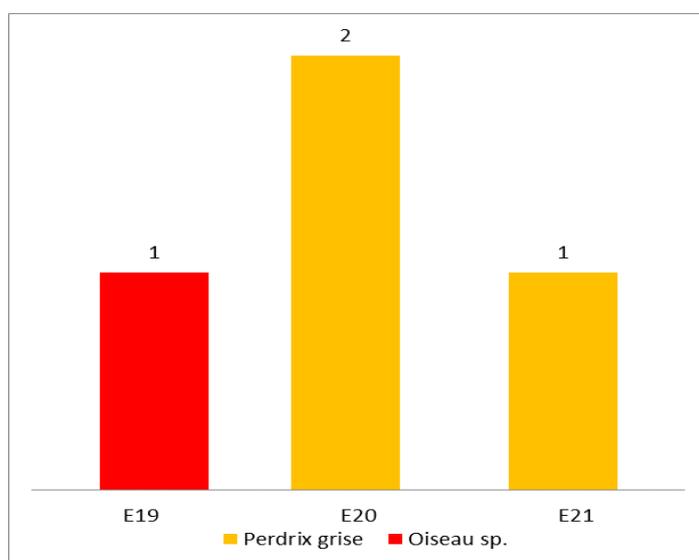


Figure 17 : Répartition des espèces avifaune selon les éoliennes

- Présentation des espèces avifaune recensées

La **Perdrix grise** est une espèce sédentaire qui niche dans toute l'Europe. On la retrouve communément dans les champs de céréales, les plaines... Elle peut se situer dans les zones montagneuses et redescendre en période hivernal.

La Perdrix grise a un vol puissant, généralement à basse altitude et jamais sur de grandes distances. La cause de mortalité avec les éoliennes chez cette espèce est essentiellement due au choc violent contre le mât.

La Perdrix grise n'est pas menacée à l'échelle nationale, mais considérée « Quasi-menacée » au niveau régional. Elle n'est pas protégée à l'échelle nationale.



Photo 3 : Perdrix grise (source : Oiseaux.net)

Le détail des cadavres retrouvés est indiqué dans les fiches de relevé en annexe.

10.1.2- Chronologie

Les cadavres ont été découverts aux mois de juin, août et septembre. La Perdrix grise fait partie de la faune locale et utilise les parcelles agricoles pour se nourrir.

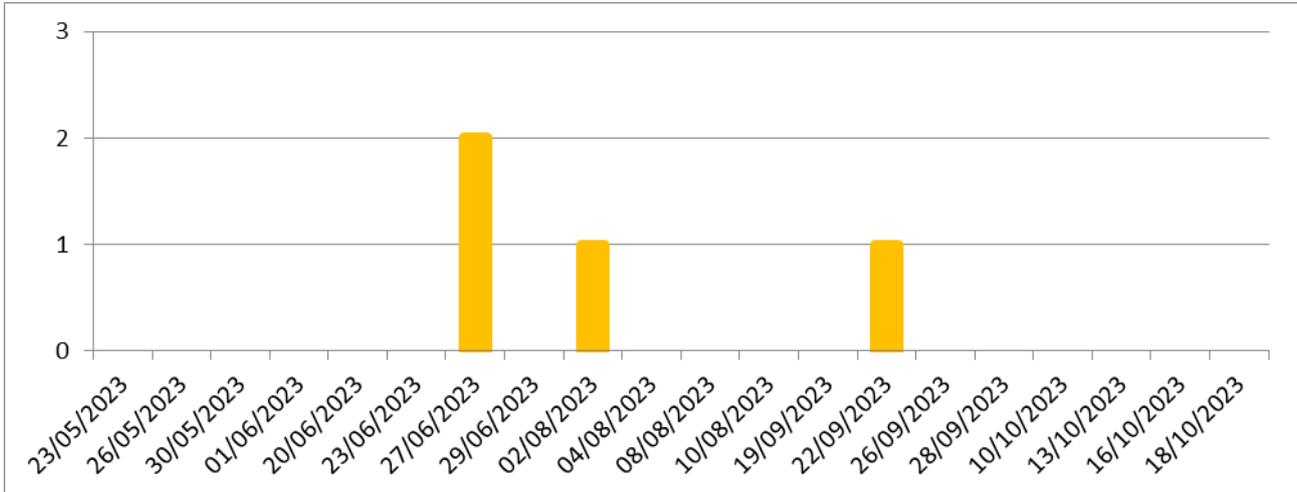


Figure 18 : Répartition des cadavres d'avifaune durant le suivi 2023

10.1.3- Distance aux aérogénérateurs

L'analyse de la distribution des cadavres montre une répartition unimodale. Les cadavres ont tous été retrouvés à moins de 10 m du mât.

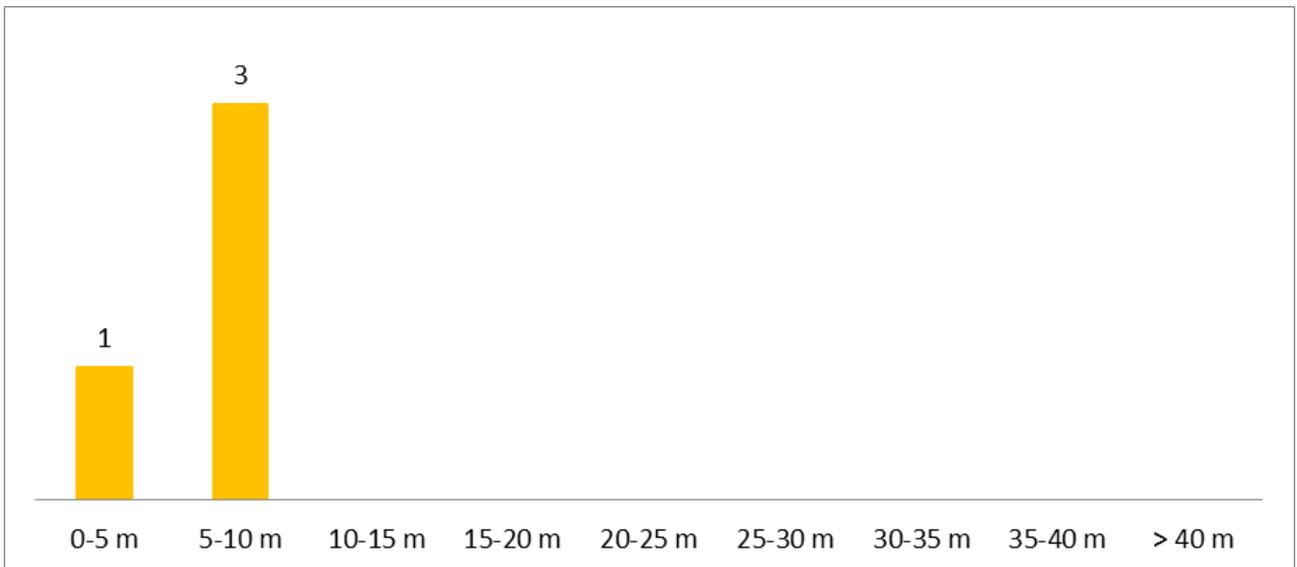


Figure 19 : Répartition des cadavres avifaune en fonction de la distance au mât

10.1.4- Discussion

La mortalité constatée sur la Centrale éolienne de Réclainville pour l'avifaune touche essentiellement les Perdrix grise. La faible altitude de vol et le déplacement rapide de cette espèce l'expose fortement à des collisions contre les mâts d'éoliennes, expliquant la proximité des cadavres au pied de celles-ci.

10.2- Mortalité des chiroptères

Aucun cas de mortalité n'a été constaté pour les chiroptères sur la centrale éolienne de Réclainville.

11- ESTIMATION DE LA MORTALITÉ : RÉSULTATS BRUTS

Des estimations de mortalité ont été réalisées sur un échantillonnage de 20 prospections. **Au total, 4 cadavres d'oiseaux ont été recensés. Aucun cadavre de chiroptères n'a été inventorié.**

Ces résultats ont permis d'estimer par le biais de deux méthodes de calcul (Jones et Huso) le taux de mortalité sur le parc, par éolienne et par an. Toutes possèdent des caractéristiques différentes concernant notamment l'estimation de la persistance des cadavres (en nombre de jours) et de la durée de l'intervalle (fixe ou non) entre chaque passage.

Le coefficient de correction surfacique est de 1,43 selon la méthode Arnett et de 1,45 selon la simple proportionnalité.

Le tableau suivant résume l'ensemble des paramètres nécessaire à l'estimation de la mortalité sur le parc.

Tableau 10 : Coefficients et paramètres de calcul de la mortalité

Paramètre	Signification	Valeur avifaune	Valeur chiroptères
C	Nombre brut de cadavres découverts sous les 3 éoliennes suivies	4	0
d	Taux de détection moyen	0,85	0,85
p brut	Taux de persistance durant l'intervalle	0,5	0,5
p selon Jones	$\exp [-0,5 * (l/tm)]$	0,918	0,918
p selon Huso	$tm * (1 - \exp (- l/tm))/l$	0,919	0,919
p selon Korner	Proportion de cadavres tuées non disparues en 24h calculé d'après les tests de persistance	-	-
tm	Durée moyenne de persistance durant l'intervalle (en jours)	2,92	2,92
l	Intervalle moyen entre 2 visites	0,50	0,50
î	Intervalle effectif = $-\log (0,01) \times tm$	5,83	5,83
ê	Coefficient correcteur de l'intervalle = $\text{MIN} (l : \hat{l}) / l$	1,00	1,00
a (Arnett)	Coefficient de correction surfacique selon Arnett	1,43	1,43
a	Coefficient de correction surfacique selon simple proportionnalité	1,45	1,45
n	Nombre de recherches	20	20

Ces paramètres ont permis la détermination suivante selon les deux méthodes (Jones et Huso) d'estimation de la mortalité sur le parc.

Comme indiqué dans le chapitre 7.1-, les différences d'estimations sont fortement liées aux coefficients correcteurs (détection des cadavres, disparition, correction de la surface) et à leur application, qui varie selon les formules.

Ces différences ont été détaillées par Bernardino *et al.* (2013). Elles sont mises en exergue par Tran et Roux (2012) qui affirment que « Les résultats obtenus selon la méthode de Winkelmann (1989) semblent produire une large surestimation de la mortalité (variation du simple au triple avec cette méthode par rapport aux quatre autres).

En effet, lorsque le taux de persistance des cadavres est inférieur à l'intervalle de visite, les estimations proposées par cette méthode ne sont pas pertinentes. A l'inverse, si ce taux est

trop élevé, c'est la méthode d'Erickson et *al.*, (2000) qui donne des estimations possiblement erronées. Les estimations issues des méthodes de Jones (2009) et d'Huso (2010) fonctionnent dans tous les cas et donnent des résultats très proches. »

11.1- Oiseaux

En Vendée, Dulac (2008) estime à partir de 3 années de suivi que 5,7 à 33,8 oiseaux / éolienne / an sont tués chaque année sur le site de Bouin (85), avec une majorité de Mouettes rieuses. A Benet (Guegnard & Condette, 2013), la mortalité est estimée à 3 oiseaux / éolienne / an et entre 2,6 et 4,1 sur le parc de Le Bernard.

Les chiffres donnés par LPO, 2017¹ indiquent 0,3 à 26,8 oiseaux tués par éolienne et par an, la médiane s'établissant à 4,5 et la moyenne à 7,0.

Tableau 11 : Estimation de la mortalité avifaune sur la Centrale éolienne de Réclainville

TOTAL	Erickson	Jones	Huso	Moyenne
Mortalité pour 3 éoliennes (a=Arnett) (20 passages)	1,16	3,57	3,57	2,77
Mortalité par éolienne (a = Arnett)	0,39	1,19	2,45	0,92
Mortalité estimée pour 3 éoliennes par an	2,77			
Mortalité pour 3 éoliennes (a=simple) (20 passages)	1,17	3,53	3,52	5,36
Mortalité par éolienne (a = simple)	0,39	1,18	1,17	0,91
Mortalité estimée pour 3 éoliennes par an	2,74			

Le suivi réalisé en 2023 fait état de 4 cadavres d'oiseaux et estime la mortalité ornithologique entre 0,91 et 0,92 oiseaux/éolienne/an dans le cadre du suivi réalisé.

11.2- Chiroptères

En Vendée, les suivis réalisés à Bouin donnent une fourchette de 6 à 27 chiroptères /éolienne /an selon Winkelmann (Dulac, 2008). A Benet (Guegnard & Condette, 2013), la mortalité est estimée entre 1,5-2,5 chiroptères / éolienne / an et entre 1,2 à 1,8 sur Le Bernard.

Dans la Manche, Spiroux (2008) trouve une mortalité moyenne de l'ordre de 22,5 chiroptères par éolienne et par an.

En Allemagne, Korner Nievergelt *et al.* indiquent une mortalité estimée de 10 à 12 chauves-souris tuées par éolienne par an. Enfin, en Grande-Bretagne, les résultats de Wiser R. *et al.* indiquent 7,92 chauves-souris/éolienne/an.

Le suivi réalisé en 2023 fait état d'aucun cadavre de chiroptères. La mortalité chiroptérologique est donc de 0 chiroptère/éolienne/an dans le cadre du suivi réalisé.

¹ LPO, (2017). Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune, Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. LPO France. 92p.

11.3- Conclusion et perspectives

La mortalité effective et estimée (à partir de différents tests) sur le site de la Centrale éolienne de Réclainville est inférieure aux intervalles indiqués dans la bibliographie, pour l'avifaune. Concernant les chiroptères, elle est en deçà puisque aucun cadavre n'a été inventorié.

La mortalité estimée est donc :

- de 0,91 et 0,92 cadavres d'oiseaux/éolienne/an,**
- et 0 cadavre de chiroptères/éolienne/an.**

Ces estimations de mortalité prennent en compte les paramètres révélant une différence entre la mortalité brute découverte lors du suivi et la mortalité réelle, tels que l'efficacité de l'observateur, la prédation sur le site, les surfaces non prospectables, *etc.*, afin d'ajuster au mieux les résultats.

Plusieurs facteurs peuvent influencer ce résultat :

- 1) Le taux de détection, dépendant de l'observateur ;
- 2) Le taux de persistance des cadavres, dépendants de la prédation environnante ;
- 3) La proportion de terrain prospectable dans l'aire d'étude.

Le taux de détection de l'observateur a été évalué par deux tests de détection et est de 85 %. Au vu des recherches bibliographiques, ce résultat est dans la moyenne haute.

Le temps de présence moyen des cadavres artificiels autour de l'éolienne est de 2,92 jours et le taux de persistance des cadavres entre deux passages est de 50 %. Une prédation plus forte a été observée lors du premier test au mois de juin avec un taux de prédation à 100% à J+3.

Ce chiffre est révélateur d'une prédation assez forte sur la centrale éolienne de Réclainville. La présence du Faucon crécerelle, de la Buse variable, ... peuvent expliquer une prédation importante qui biaiserait les résultats du suivi de mortalité.

Enfin, notons que de faibles surfaces des zones d'étude ont pu être prospectées en mai et juin, en raison du développement du blé, et de l'orge jusqu'à leur récolte. En effet, la surface totale prospectée sur le suivi, en fonction de chaque éolienne, varie de 46 à 66 %, ce qui réduit également les chances d'observation de cadavres.

12- CONCLUSION FINALE DU SUIVI DE MORTALITE

Avec un total de 4 cas de mortalités recensées, la centrale éolienne de Réclainville présente des impacts peu significatifs sur les oiseaux. Aucun impact n'est identifié pour les chiroptères.

D'après les résultats du suivi de la mortalité post-implantation en 2023, **la centrale éolienne de Réclainville génère une mortalité faible sur les oiseaux (0,91 et 0,92 oiseaux/éolienne/an) et nulle pour les chiroptères (0 chiroptère/éolienne/an).**

Selon l'étude LPO 2017 synthétisant les suivis de mortalité réalisés en France de 1997 et 2015 et LPO 2017, la mortalité ornithologique est comprise entre 2,93 et 4,02 oiseaux/éolienne/an (0,3 à 26,8 oiseaux tués par éolienne et par an, la médiane s'établissant à 4,5 et la moyenne à 7,0).

Pour rappel, lors du suivi post-implantation de la mortalité avifaune réalisé en 2015-2016, la mortalité estimée était de 2,70 à 3,92 oiseaux/éolienne/an sur la centrale éolienne de Réclainville et 0 chiroptère par éolienne et par an.

Bien que le nombre de mortalité observé soit supérieur au suivi 2015-2016, la mortalité effective, elle, est inférieure. Cela s'explique par un haut score de détection des tests observateur, et un taux de persistance moyen des cadavres artificiels lors des tests de persistance durant le suivi de mortalité 2023.

Notons de plus que certains facteurs peuvent minimiser le nombre de cadavres retrouvés lors de ce suivi mortalité, les plus pertinents sont un taux de prédation assez important sur le parc et une prospection globale incomplète des surfaces entourant les éoliennes en raison des cultures, limitant ainsi la découverte de cadavre.

13- PROTOCOLE DE SUIVI ACOUSTIQUE DE PARCS ÉOLIENS

Le suivi acoustique des Chiroptères depuis la nacelle des éoliennes s'effectue grâce à un détecteur/enregistreur d'ultrasons. Les paramètres conditionnant cette étude sont :

- Le choix du modèle d'enregistreur
- Le choix de l'éolienne utilisée pour le suivi acoustique.

14- MATERIEL ET METHODE

14.1- Détecteur/enregistreur d'ultrasons

14.1.1- Modèle retenu

L'accès limité à la nacelle durant le suivi acoustique implique de choisir un détecteur/enregistreur d'ultrasons autonome en énergie, de capacité de stockage suffisante et dont les paramètres propres à l'enregistreur lui permettent de discriminer les ultrasons et cris sociaux des Chiroptères des bruits parasites : rotation de la nacelle, ultrasons émis par les pales en mouvements, électromagnétisme...

Ces différentes contraintes impliquent de choisir un détecteur/enregistreur d'ultrasons conçu et réglé pour de l'enregistrement en nacelle. Nous avons choisi pour ces différentes raisons le Batcorder 3.1 de chez EcoObs. Plus exactement, c'est la version GSM-Batcorder qui a été retenue. Ce modèle de Batcorder présente l'avantage d'avoir une veille SMS qui renseigne son utilisateur en cas de problème technique sur le détecteur/enregistreur.

14.1.2- Principe de fonctionnement du GSM-Batcorder

Le GSM-Batcorder est un détecteur/enregistreur d'ultrasons composé de 3 parties :

1. Le module d'enregistrement : le GSM-Batcorder. Ce module est alimenté par une prise secteur 230V de l'éolienne. Il est ensuite relié à une batterie de secours et à un disque microphone. Le GSM-Batcorder est équipé d'une carte SIM qui permet la fonction GSM et par conséquent la veille quotidienne par SMS.

Le SMS reçu dès la fin d'exécution du programme d'enregistrement (30min après le lever du soleil) rend compte du nombre d'enregistrements effectués dans la nuit, du nombre d'enregistrement cumulé depuis le début du protocole, de la capacité de stockage intégré (carte SD), et celle restante, et de la qualité de réception des signaux reçus par le microphone en début et en fin de session d'enregistrement.

La fonction SMS de ce modèle de Batcorder permet également d'être averti en cas de problème d'alimentation et de contrôler les paramètres inhérents au programme d'échantillonnage. Les ordres envoyés par SMS peuvent permettre de changer un seuil de détection (en fréquence ou en décibel), de changer la plage horaire d'enregistrements...

2. Le disque microphone : installé depuis la nacelle, micro en dehors de la nacelle et orienté vers le bas. Il est préférentiellement placé entre le mât et les pâles (position recommandée par EcoObs).

Le disque microphone est vérifié par le module d'enregistrement à chaque début et fin de session d'enregistrement. Le SMS de contrôle permet de voir si un différentiel apparaît entre le début et la fin d'une session d'enregistrement. Dans ce cas, cela pourrait se traduire par une baisse de réception et/ou de qualité du signal.

Les séquences enregistrées sont au format .RAW, nécessitant un logiciel spécifique pour le traitement des données récoltées (BcAdmin).

3. La batterie gel-plomb, branchée au GSM-Batcorder : elle alimente le GSM-Batcorder.

L'alimentation sur prise secteur permet de recharger la batterie gel-plomb en journée, lorsque le GSM-Batcorder n'enregistre pas. La nuit, cette batterie prend le relais, permettant d'éviter les bruits parasites induits par la ligne électrique. Cette batterie permet également de maintenir le GSM-Batcorder fonctionnel pendant plusieurs nuits suite à un arrêt d'alimentation par la prise secteur.

La figure suivante présente le Batcorder et ses différentes parties.

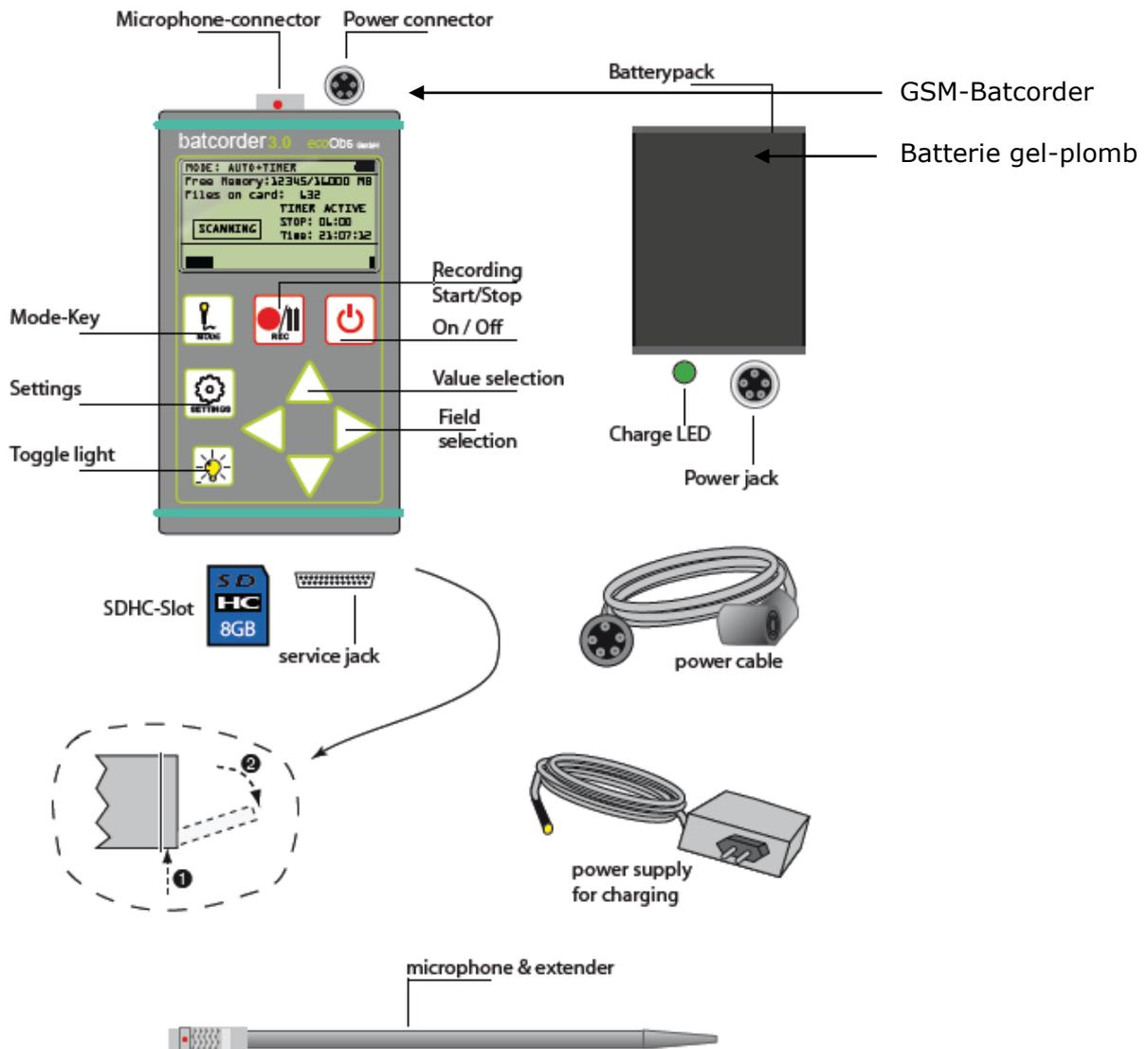


Figure 20 : Présentation du matériel d'étude. Source : Batcorder 3.1. Manual Version 3.11 / en. EcoObs GmbH, 39p February 2018

Sur des parcs suivis en Normandie et Hauts-de-France, environ 2000 séquences sont enregistrées sur une période de 6 mois pour un poids d'environ 10 gigas (source : ALISE Environnement). Il ne s'agit pas nécessairement de 2000 séquences contenant des

Chiroptères. Une part de ces séquences contient des bruits parasites (mouvement des pales, électromagnétisme...).

La récolte des données enregistrées s'effectue soit à la fin de la session d'échantillonnage, par récupération de la carte SD dans le Batcorder, soit par envoi quotidien des données sur un Cloud, via un second appareil branché par câble USB : le Batlink.

Pour ce suivi, il a été choisi de placer le GSM-Batcorder en nacelle et de ne récupérer les données qu'à la fin du protocole, au moment du démontage du système.

Les photos suivantes illustrent la position et la disposition du GSM-Batcorder dans la nacelle.

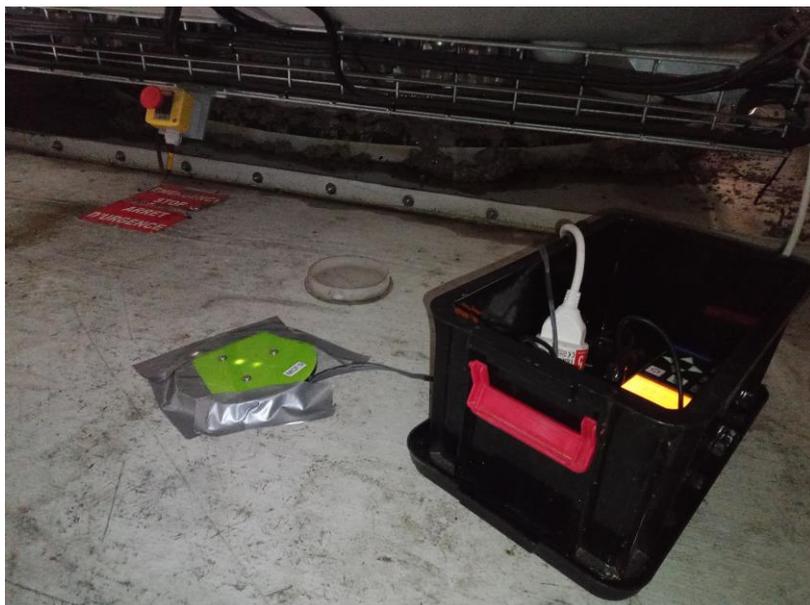


Photo 4 : Disposition du GSM-Batcorder en nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville – 2023

14.1.3- Réglage du GSM-Batcorder

Le Firmware du Batcorder au moment de la pose le 1^{er} mars 2023 était le SW1.14.

Les paramètres de fonctionnement du Batcorder ont été les suivants :

Quality : 20

Threshold : -36dB

Posttrigger : 200ms

Critical frequency : 16kHz

Noise filter : ON

MCF (valeur propre à chaque disque microphone, non modifiable) : 09

La signification des paramètres est la suivante :

Quality (Qualité) : Sert à distinguer les signaux de chauves-souris de bruits parasites. La valeur par défaut est de 20. Il s'agit d'une valeur optimale pour les conditions d'enregistrements courants. Une valeur plus élevée entraîne une moins bonne reconnaissance des signaux tandis qu'une diminution de ce paramètre entraîne un déclenchement des enregistrements plus fréquent. Il est conseillé par EcoObs de ne pas modifier ce paramètre.

Threshold (*sensibilité*) : Le threshold permet de modifier la sensibilité d'enregistrement. Le microphone a été calibré à partir d'un signal émis à 40 kHz à 96 dB. La valeur standard est de -27 dB. Cela permet une détection des signaux d'au moins 10m en ce qui concerne les espèces de chauves-souris européennes. Plus précisément, les Noctules pourront être détectées de 25 à 30m et les Pipistrelles de 14 à 18m. Il est possible d'augmenter la portée des Noctules jusqu'à 45m et des Pipistrelles communes jusqu'à 30m si le Threshold est diminué à -36 dB. Cette valeur de -36dB permet également d'augmenter le nombre d'enregistrement. Au contraire, pour obtenir un moins grand nombre d'enregistrement, il suffit de changer cette valeur à -18 ou -24 dB.

Post trigger (*Post-déclenchement*) : Il s'agit de l'intervalle entre deux signaux successifs détectés et qui seront écrit dans le même fichier.

Critical frequency (*Fréquence critique*) : Les signaux en dessous de cette fréquence ne sont pas analysés par les logiciels. Ce paramètre est notamment utilisé pour éviter les déclenchements intempestifs par les bruits parasites (Orthoptères...).

Noise filter (*Filtre bruit*) : Donne la possibilité de supprimer les bruits parasites. De nombreux enregistrements de perturbations ont été analysés et il a été possible de différencier la détection des ultrasons de chauve-souris des bruits parasites courts. Le NOISE-FILTER ne doit être utilisé que si des interférences massives se produisent.

Microphone Correction Factor – MCF – (*Facteur de correction du microphone*) : Pour garantir l'utilisation simultanée et la comparabilité des enregistrements entre les GSM-Batcorder et le disque du microphone, tous deux sont calibrés avant la livraison par EcoObs. Chaque microphone possède au dos de son disque un facteur de correction qui lui est propre qu'il est nécessaire d'enregistrer dans les paramètres avancés du GSM-Batcorder.

La **plage horaire d'échantillonnage** est de -30min avant le crépuscule à +30 min après le lever du soleil, justifiée par des comportements de chasse et de transit dès la fin d'après-midi en période migratoire.

Les paramètres d'usines ont été gardés pour l'inventaire en nacelle. Il s'agit des valeurs recommandées par EcoObs.

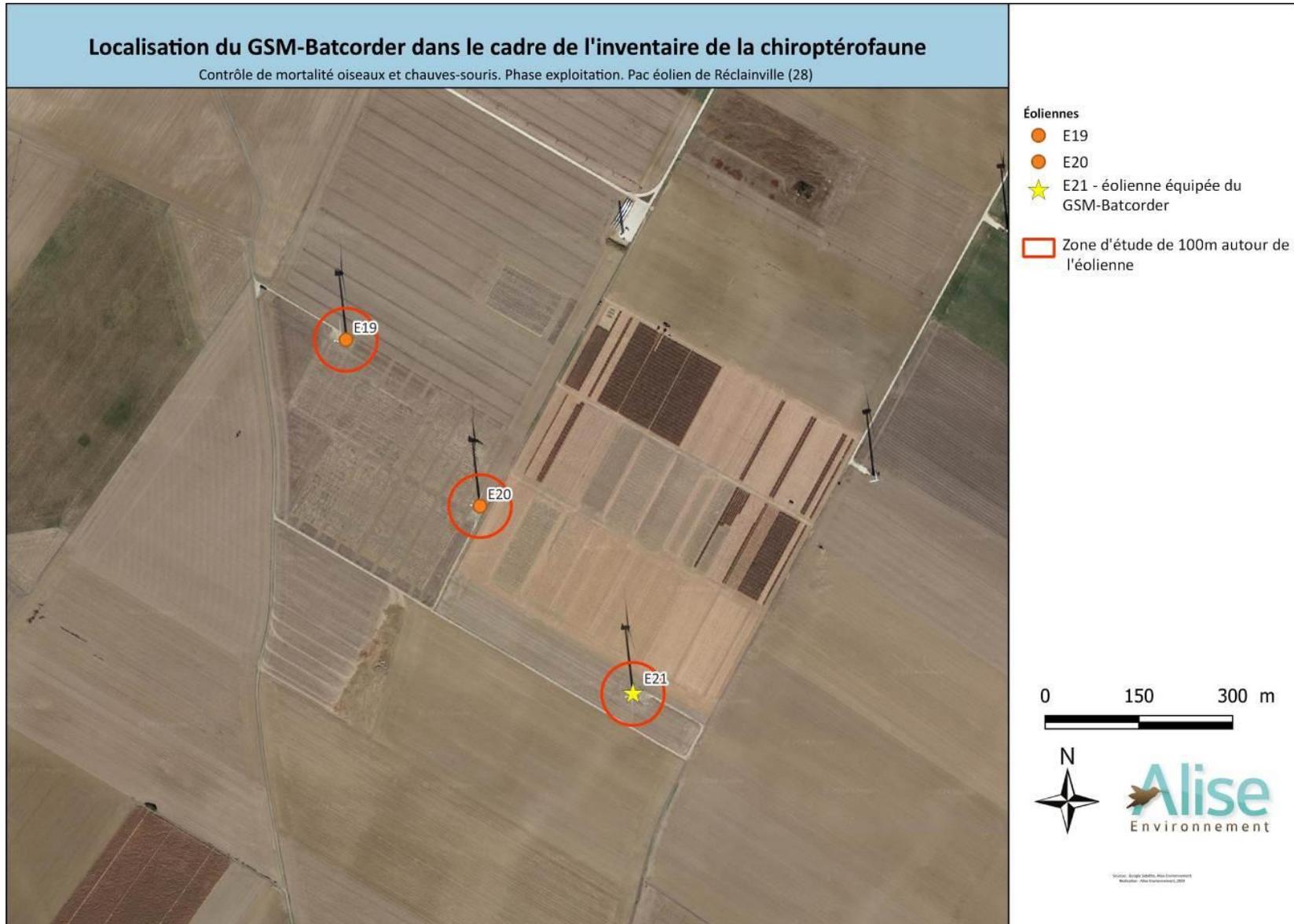


Figure 21 : Éolienne équipée du GSM-Batcorder pour le suivi acoustique des Chiroptères sur le site de Réclainville

14.2- Analyse des données

L'analyse des ultrasons obtenus à l'aide du GSM-Batcorder est effectuée :

Soit via les logiciels BcAdmin, BcIdent et BcAnalyze.

- BcAdmin est l'interface qui permet d'avoir accès aux sons enregistrés par le Batcorder puis de les traiter via les divers outils mis à disposition dans ce logiciel : BcIdent et BcAnalyze. Ce logiciel permet, grâce au LOGFILE généré et complété à chaque session d'enregistrement du Batcorder, de corréler les contacts de Chiroptères avec les conditions météorologiques (vitesse de vent et température) à l'heure d'enregistrement/coucher de soleil...
BcAdmin permet également de convertir les fichiers enregistrés au format wave pour pouvoir les analyser via d'autres logiciels si souhaités.
- BcIdent permet de trouver et d'identifier des signaux acoustiques et de les attribuer à une espèce ou à un groupe d'espèces.
- BcAnalyze permet la vérification visuelle des signaux détectés.

Soit via les logiciels BcAdmin, Kaleidoscope, SonoChiro® et Batsound®.

- Après la conversion au format wave par BcAdmin, les séquences sont découpées par pas de temps de 5 secondes afin de permettre une analyse quantitative de l'activité chiroptérologique. Pour effectuer ces découpes, nous utilisons le logiciel Kaléidoscope V4.2.0 de chez Wildlife Acoustics®.
- Ces séquences une fois découpées, sont ensuite analysées par un logiciel d'aide à l'identification ; nous utilisons SonoChiro® de Biotope. Il résulte de cette manipulation, un tableur Excel fournissant le nom du fichier et parmi diverses mesures, le logiciel attribue l'identification de l'espèce contactée avec son niveau de confiance (indice de 0 à 10 : 0 étant une détermination avec aucune certitude et 10 étant sûre à 100%).
- Enfin, pour visionner et contrôler manuellement les séquences, nous utilisons le logiciel BatSound 4® de Pettersson®. Les sons sont vérifiés par lots en appliquant des filtres d'équivalence. Un échantillon de séquences est alors ouvert dans ce logiciel afin de permettre à un chiroptérologue acousticien, de vérifier les propositions d'identifications SonoChiro®.
Lorsque les propositions de l'échantillon sont justes, une extrapolation d'attribution de l'espèce est appliquée aux autres séquences du même lot, selon un seuil d'acceptabilité établi par l'analyste acousticien.
Lorsqu'elles sont fausses, toutes les séquences sont vérifiées pour être identifiées manuellement.

Pour finir, les séquences en double sont supprimées afin d'éviter une surestimation de l'activité chiroptérologique (même date, heure, minute et seconde d'enregistrement pour le même contact).

14.3- Analyse des Résultats

14.3.1- Activité chiroptérologique

L'activité chiroptérologique se comptabilise en nombre de contacts de 5 secondes. Si un individu est présent entre 1 et 5 s, le nombre de contacts sera de 1. Si un individu est présent pendant 6 à 10 s, le nombre de contacts sera alors de deux. Dans le cas où deux individus sont présents simultanément pendant une durée de 5 s, le nombre de contacts sera de deux.

14.3.2- Taux de présence par espèce

L'utilisation des détecteurs d'ultrasons offre des résultats qui sont à relativiser en fonction des distances de détectabilité et des milieux dans lesquels évoluent les différentes espèces concernées.

Par exemple, les probabilités de détection d'une Noctule commune dont les émissions ultrasonores portent à plus de 100 m en milieu ouvert sont bien plus fortes que celles d'un Petit Rhinolophe dont les émissions ultrasonores sont audibles à 5 m maximum. Afin de pouvoir comparer les taux de présence des différentes espèces, les données ont été standardisées : un coefficient de détectabilité en relation avec l'espèce et le milieu de détection, élaboré par Barataud (2015), a été appliqué. Le **Tableau 12** présente ces correspondances entre distance de détection et coefficient de détectabilité.

Tableau 12 : Tableau de correspondance des espèces et de leur coefficient de détectabilité en milieu ouvert ou semi-ouvert (Barataud, 2015) mise à jour datée du 24 février 2023

milieux ouvert et semi ouvert			
Intensité d'émission	Espèces	distance détection (m)	coefficient détectabilité
très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Rhinolophus ferr/eur/meh.</i>	10	2,50
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2,50
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	1,67
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1,67
	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	1,67
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67
moyenne	<i>Myotis blythii</i>	20	1,25
	<i>Myotis myotis</i>	20	1,25
	<i>Plecotus spp (durée 4 à 6 ms)</i>	20	1,25
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1,00
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00
	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83
	forte	<i>Hypsugo savii</i>	40
<i>Eptesicus serotinus</i>		40	0,63
<i>Plecotus spp (durée > 6 ms)</i>		40	0,63
très forte	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50
	<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	0,50
	<i>Vespertilio murinus</i>	50	0,50
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17

14.3.3- Intensité d'activité

Le choix de l'application d'une intensité d'activité aux résultats d'inventaires acoustiques vient répondre à la problématique de la quantification de l'activité chiroptérologique à un endroit donné. Le résultat des inventaires obtenus sur le terrain est confronté au référentiel de la zone géographique Nord/Est élaborée par Ecosphère pour des nacelles d'éoliennes situées entre 70m et 100m.

Tableau 13 : Référentiel de l'activité chiroptérologique enregistrée en nacelle élaborée par Ecosphère (présentation Rencontre Chiroptères National de Bourges 2021)



En nacelle, Nord-Est en milieu ouvert, activité globale sur l'année

Espèce	Seuils exprimés en contacts par nuit				Cumul contacts
	Q25	Q50	Q75	Q90	
Pipistrelle commune	1	3	6	12	3609
Pipistrelle de Nathusius	1	1	2	2	18
Pipistrelle de Kuhl	1	1	2	3	11
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	1	1	2	4	726
Pipistrelle pygmée					1
Murin indéterminé					2
Grande noctule					0
Noctule commune	1	3	6	14	871
Noctule de Leisler	1	3	8	21	5069
Sérotine commune	1	3	6	11	260
Sérotine bicolore					0
Sérotine de Nilson					0
Sérotules	1	1	6	19	2319
Oreillard indéterminé	2	3	4	4	14
Molosse de Cestoni					0
Minioptère de Schreibers					0
TOUTES ESPECES	2	4	10	25	13406

Valeurs issues d'une compilation de 1054 nuits d'écoute au cours desquelles au moins 1 contact a été enregistré. Données pour 18 éoliennes réparties sur 13 sites différents implantés à plus de 50m d'altitude en milieu ouvert (2014-19)

Légende : Q25, Q50, Q75, Q90 : Quantiles à 25 %, 50, 75 % et 90 %

Activité **faible** si le nombre de contacts/nuit est inférieur à Q25 ;

Activité **modérée** si le nombre de contacts est compris entre Q25 et Q50 ;

Activité **assez forte** si le nombre de contacts est compris entre Q50 et Q75 ;

Activité **forte** si le nombre de contacts est compris entre Q75 et Q90 ;

Activité **très forte** au-delà de Q90.

14.3.4- Présentation des résultats

Ce rapport présente les résultats obtenus au cours de la pose du GSM-Batcorder dans la nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville.

Un premier graphique vient exposer les résultats acoustiques enregistrés à hauteur de nacelle sur l'ensemble de la période de pose et de fonctionnement du détecteur/enregistreur d'ultrasons. Ce graphique courbe est suivi d'un tableau présentant les résultats bruts obtenus pour chaque espèce au cours du suivi.

Un second graphique de type histogramme empilé vient présenter l'activité chiroptérologique par période d'inventaire. De même que précédemment, un tableau vient détailler ces données par période et par espèce.

Un troisième graphique illustre l'activité chiroptérologique en fonction de la phénologie horaire. Cette présentation globale est détaillée par la suite sous forme d'histogrammes empilés, soit par période biologique étudiée.

Pour finir, des histogrammes de l'activité chiroptérologique en fonction de la température et de la vitesse et un graphique « radar » de la direction du vent viennent finir la présentation des résultats. Ces données sont celles enregistrées par les appareils dont dispose l'éolienne et mise en relation avec les données obtenues par le GSM-Batcorder.

Le rapport de suivi acoustique se termine par une discussion autour des résultats obtenus et une présentation des espèces qui ont été contactées dans le cadre de ce protocole.

14.3.5- Limite de la méthode – Biais

Un sur-déclenchement de l'enregistreur d'ultrasons peut être produit par « détection » de sons parasites. Ces bruits parasites peuvent être issus de pics de tension produit par les turbines, par électromagnétisme, par mouvement des pales et par rotation de la nacelle (principales sources connues).

15- RÉSULTATS DU SUIVI ACOUSTIQUE 2023

15.1- Période et rythme

L'inventaire acoustique en nacelle s'est déroulé du 1^{er} mars au 12 décembre 2023. Il totalise 292 nuits consécutives d'enregistrement sur la période d'hibernation et les trois périodes de vol des Chiroptères, à savoir les périodes de transit printanier, parturition et transit automnal.

Les nuits du 16 au 31 octobre correspondent à une période d'îtes de transit étendu : plage temporelle étendue pour les individus « plus tardif » dont le départ a pu être retardé par les conditions météorologiques du pays de départ de la migration, des pays traversés...

Les données antérieures au 15 mars et postérieures au 1^{er} novembre font parties de la période d'hibernation.

Le tableau suivant est un récapitulatif de l'état du fonctionnement du dispositif sur toute la campagne 2023 ainsi que le nombre de nuits échantillonnées sur chacune des périodes.

Tableau 14 : Calendrier récapitulatif de l'état du fonctionnement du dispositif en nacelle

Date d'inventaire	Echantillonnage	Période d'inventaire	Nombre de nuits avec le dispositif	Nombre de nuits à échantillonner (SFPEM)
01 au 14 mars 2023	Echantillonnage OK	Hibernation	14	-
15/03 au 14/05	Echantillonnage OK	Transit printanier	61	61
15/05 au 31/07	Echantillonnage OK	Parturition	78	78
01/08 au 15/10	Echantillonnage OK	Transit automnal	75	75
16/10 au 31/10	Echantillonnage OK	Transit automnal étendu	17	-
01/11 au 12/12/2023	Echantillonnage OK	Hibernation	61	-
		Total	292	214

L'inventaire en nacelle a permis d'échantillonner 214 nuits préconisées par la SFPEM, auxquelles s'ajoutent de manière complémentaire les données de 17 nuits de transit automnal étendu qui ont été traitées dans le transit automnal et de 75 nuits en période d'hibernation.

Le calendrier de pose respecte les préconisations du protocole national de 2018 concernant les suivis environnementaux de parcs éoliens puisque le suivi concerne bien toute la période allant de la semaine 20 à la semaine 43.

Ce calendrier de pose respecte également les préconisations du protocole régional de 2019 concernant les suivis environnementaux de parcs éoliens élaborée par le Groupe Chiroptères Centre-Val de Loire. Ce calendrier de suivi débute le 15 mars et se termine le 15 novembre.

15.2- Résultats du suivi acoustique

L'activité chiroptérologique est corrélée à une phénologie annuelle et saisonnière dépendant des conditions météorologiques, que sont la température et la vitesse de vent (variables qui seront traitées dans les paragraphes suivants), l'hygrométrie, la brume et le brouillard, la phase lunaire...

Les résultats sont présentés par échelle de temps. En premier lieu est mis en évidence l'activité chiroptérologique sur un cycle de vol annuel. Puis cette activité est analysée plus en détail, par période biologique (transit printanier, parturition, transit automnal et hibernation). La troisième partie est consacrée à l'analyse des comportements enregistrés selon la phénologie horaire.

La dernière partie est dédiée à l'étude de ces mêmes comportements en fonction des conditions de températures, de vitesse et de direction du vent.

Chaque partie se termine par un paragraphe récapitulatif.

Le chapitre « suivi acoustique en nacelle » est clos par une conclusion relative à l'étude.

15.2.1- Activité chiroptérologique – phénologie annuelle

La figure suivante illustre l'activité chiroptérologique brute annuelle enregistrée par le GSM-Batcorder sur la période échantillonnée du 1^{er} mars au 12 décembre 2023.

Les tracés à 0 témoignent de l'absence d'activité chiroptérologique enregistrée sur la nuit dans la zone de détection du dispositif. Une absence d'activité chiroptérologique enregistrée peut s'expliquer par la dangerosité que représente la zone de survol des pales lorsque l'éolienne est en fonctionnement et/ou par des conditions météorologiques défavorables à une activité de transit et/ou chasse pour ce taxon.

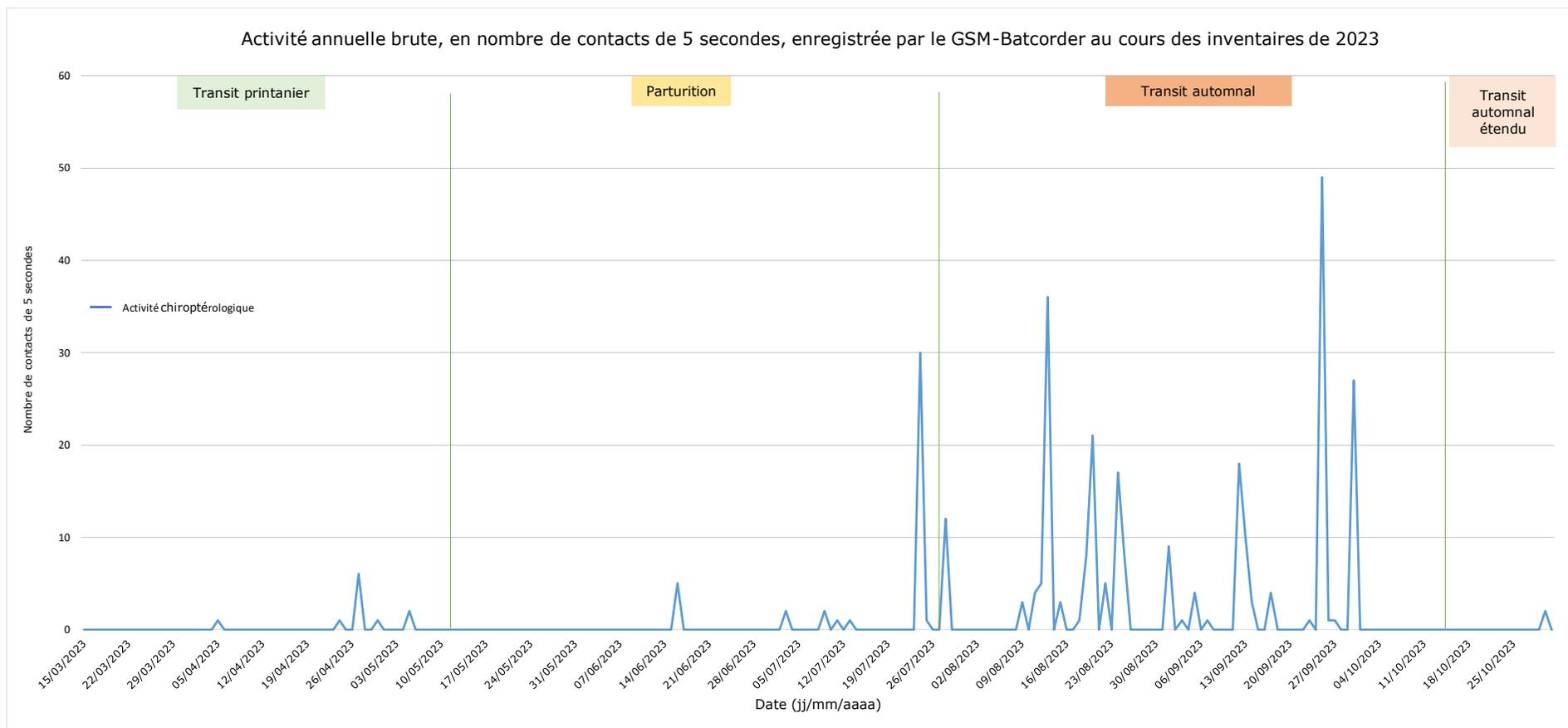


Figure 22 : Activité annuelle brute enregistrée par le GSM-Batcorder à bord de la nacelle de l'éolienne E21 au cours des inventaires 2023

Sur les 292 nuits échantillonnées, 38 ont enregistré une activité chiroptérologique, soit 13% des nuits.

Aucun cadavre de Chiroptères n'a été trouvé sous les éoliennes du parc de Réclainville au cours du suivi de mortalité 2023.

Onze contacts de Chiroptères ont été enregistrés durant la période de transit printanier, toutes de Noctule de Leisler.

En période de parturition, les premiers mouvements d'activité sont enregistrés le 16 juin, puis, un pic d'activité a été enregistré le 24 juillet. Généralement, les pics d'activité sont marqués entre la deuxième quinzaine de juin puis la deuxième quinzaine de juillet. Ici, il n'y a pas de réel pic d'activité mais une activité distillée au cours du mois de juillet.

Au cours de la période de transit automnal, l'activité chiroptérologique se compose de trois périodes d'activités :

- Août : activité débutant le 09 août avec une activité maximale de 36 contacts le 13 août correspondant probablement à un flux migratoire de Noctule commune. La Noctule de Leisler aurait commencé cette migration aux alentours du 20 août.
- Septembre : activité plus forte qu'au cours du mois d'août et constante. L'activité est plus marquée à partir du 12 septembre (18 contacts) avec une activité maximale de 49 contacts le 25 septembre et un dernier pic le 30 septembre de 27 contacts. La Noctule de Leisler a été contacté de manière constante au cours de ce mois avec jusqu'à une dizaine de contacts par nuit. Le pic d'activité du 25 septembre serait le fait du flux migratoire de la Pipistrelle de Nathusius.
- En octobre : la dernière activité a été enregistrée le 30 du mois.

Les pics d'activité peuvent être dus à un vol en groupe vers un point d'intérêt/de curiosité comme ont pu le noter les chercheurs étudiant la Noctule commune en Allemagne (Roeleke *et al.*, 2016), mais aussi à un phénomène de migration.

A l'échelle nationale, le phénomène migratoire s'étale d'août à fin octobre voire novembre en fonction des années. Les résultats connus à cette échelle, voire à l'échelle européenne, montrent que les passages migratoires semblent concentrés (pic d'activité) sur quelques jours.

En 2023, ces phénomènes ont été observés lors de ce suivi acoustique en nacelle du parc de Réclainville, mais avec une plage d'activité migratoire plus réduite. Un premier pic aurait eu lieu le 13 août et un second entre le 25 et le 30 septembre.

Les nuits du 12 août (période de transit automnal) et du 08 novembre (période d'hibernation même si des contacts tardifs d'individu migrateur peuvent être enregistré à cette période), 142 et 79 contacts sont restés sans détermination. Le doute repose sur la similitude des sons enregistrés avec des cris de Noctules de Leisler (QFC avec une FME comprise entre 23 et 25kHz). Il semblerait que cela soit des sons parasites mais aucune réponse précise n'a permis de confirmer ou d'infirmer ce résultat. Les séquences enregistrées la nuit du 12 août ont été enregistrées entre 05h00 et 06h00 (UTC) et celles du 08 novembre, entre 2h00 (UTC) et 4h00 (UTC). La constance du comportement enregistré (même durée de signal, rythme...) tend à attribuer ces séquences à des bruits parasites.

Le tableau suivant rend compte de l'activité chiroptérologique brute et du nombre de nuits de présence par espèces, du pourcentage de présence de chaque espèce sur la période d'inventaire (nombre de nuits de présence de l'espèce divisé par le nombre de nuits avec contacts chiroptérologiques) et de l'activité moyenne corrigée par nuit après avoir appliqué le facteur de correction ou coefficient de détectabilité en milieu ouvert selon Barataud (2015, mise à jour 2023).

Tableau 15 : Activité chiroptérologique enregistrée par le GSM-Batcorder dans la nacelle de l'éolienne E21 au cours de la campagne d'inventaire 2023

Espèce	Résultats bruts (Nombre de contacts de 5sec)	Nombre de nuits de présence	Activité moyenne par nuit de présence		Occurrence espèce	Facteur de correction
			Brute	Corrigée		
"Sérotule"	1	1	1,00	1,00	3,3%	NR
Sérotine commune	29	10	2,90	1,83	6,0%	0,63
Noctule de Leisler	118	29	4,07	1,26	4,2%	0,31
Noctule commune	52	10	5,20	1,30	4,3%	0,25
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	25	2	12,50	12,50	41,2%	1
Pipistrelle de Nathusius	30	6	5,00	5,00	16,5%	1
Pipistrelle commune	52	7	7,43	7,43	24,5%	1
Totaux	307	38	20,40	30,32	100%	

Ce sont 307 séquences de Chiroptères qui ont été enregistrées par le GSM-Batcorder entre le 01 mars et le 12 décembre 2023.

L'identification acoustique a permis de valider un minimum de 5 espèces : la Sérotine commune, la Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune.

Sur les 292 nuits échantillonnées, 38 ont enregistrées de l'activité chiroptérologique.

La Pipistrelle commune est l'espèce la plus présente avec un taux de présence nocturne de plus de 24% des contacts lorsque l'activité chiroptérologique est recensée. Son activité moyenne est d'environ 7 contacts/nuit de présence.

La Pipistrelle de Nathusius à un taux de présence nocturne de plus de 16%. Son activité moyenne est d'environ 5 contacts/nuit de présence.

La Sérotine commune à un taux de présence nocturne de 6%. Son activité moyenne est d'environ 1 contacts/nuit de présence.

La Noctule commune à un taux de présence nocturne de près de 4%. Son activité moyenne est d'environ 1 contacts/nuit de présence.

La Noctule de Leisler à un taux de présence nocturne de près de 4%. Son activité moyenne est d'environ 1 contacts/nuit de présence.

Certains contacts n'ont pas été identifiés à l'espèce :

- 1 contact a été attribué au groupe des sérotules (Sérotine commune, Vespertilion bicolore, Noctule de Leisler ou Noctule commune). Son taux de présence nocturne est de 2%. L'activité moyenne est inférieure à 1 contact/nuit de présence.
- 25 contacts de pipistrelles sont à attribuer à la Pipistrelle de Kuhl et/ou à la Pipistrelle de Nathusius. Ce qui représente un taux de présence nocturne de près de 41% et une activité moyenne de 12 contacts/nuit de présence.

Une vision annuelle de l'activité chiroptérologique met en avant que :

- **13% des nuits échantillonnées présentent une activité chiroptérologique ;**
- **5 espèces, toutes sensibles à l'activité éolienne, ont été contactées en transit à hauteur du rotor ;**
- **la première activité chiroptérologique a été enregistrée dès la période de transit printanier (Noctule de Leisler) ;**
- **l'activité chiroptérologique est concentrée entre mi-juillet et mi-octobre avec un pic en période de parturition, le 24 juillet puis trois pics en période de transit automnal, le 13 août, le 25 et le 30 septembre.**
- **Les flux migratoires qui semblent se démarquer sont :**
 - Le 13 août pour la Noctule commune ;**
 - Le 20 août pour la Noctule de Leisler bien que tout le mois de septembre ait permis de contacter l'espèce ;**
 - Du 25 au 30 septembre pour la Pipistrelle de Nathusius.**

15.2.2- Activité chiroptérologique selon la période de vol

Le croisement des informations de la Figure 22 et du Tableau 15 permettent d'obtenir l'histogramme empilé (figure suivante) du nombre de contacts de chaque espèce pour chaque période de vol et la période d'hibernation.

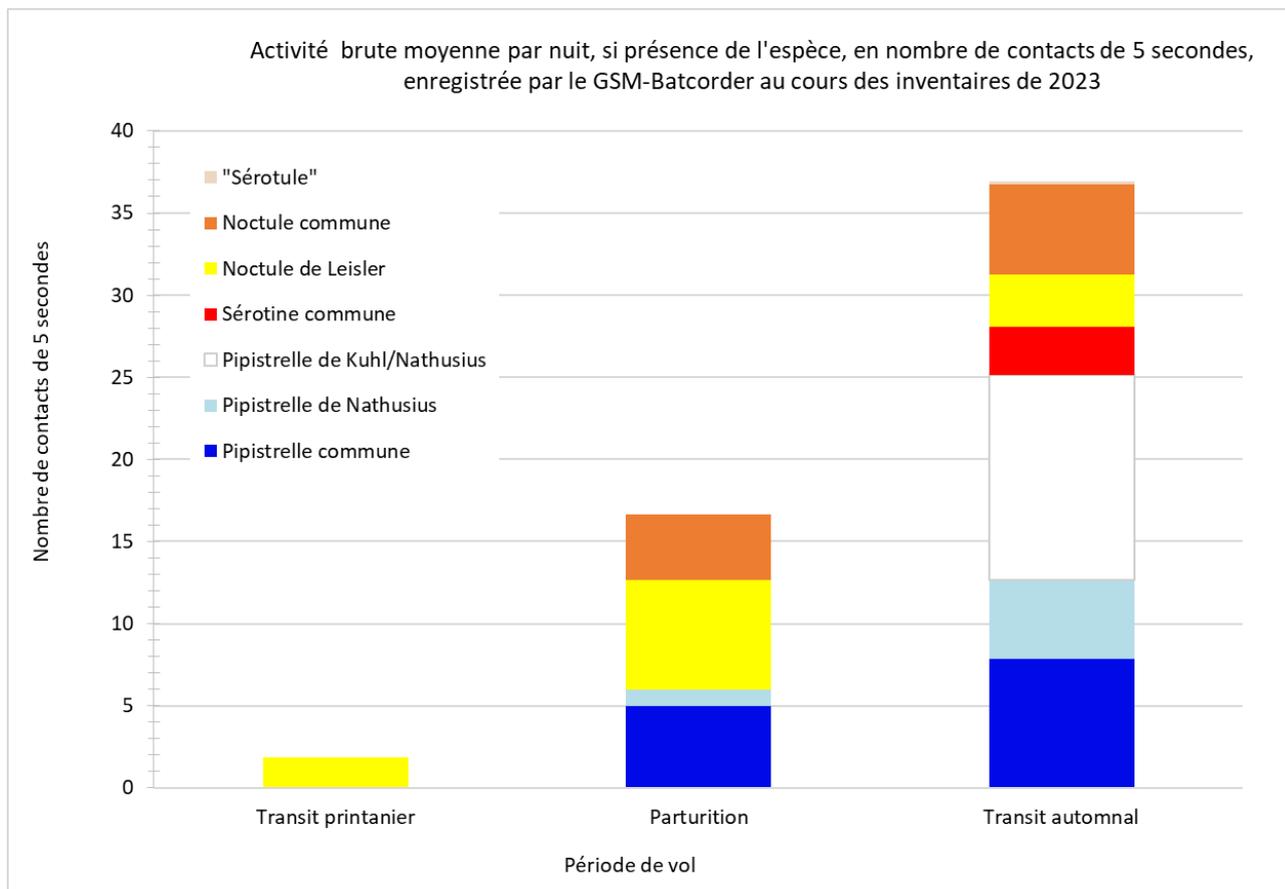


Figure 23 : Activité moyenne par nuit par espèce, si présence, en nombre de contacts de 5 secondes, enregistrée par le GSM-Batcorder au cours des inventaires de 2023

La Noctule de Leisler est l'espèce la plus enregistrée par nuit, suivie de la Noctule commune, puis de la Pipistrelle commune, de la Pipistrelle de Nathusius et enfin de la Sérotine commune.

Seule la Noctule de Leisler a été enregistrée au cours de la période de transit printanier.

Afin de se rendre compte au mieux de la nature et du niveau d'activité chiroptérologique selon les espèces et la période biologique, une analyse est synthétisée dans le Tableau 16.

Tableau 16 : Activités chiroptérologiques enregistrées par le GSM-Batcorder selon la période biologique au cours de la campagne d'inventaires 2023

Espèces	Référentiel nacelle (Ecosphère, 2021)					TRANSIT PRINTANIER					PARTURITION					TRANSIT AUTOMNAL				
	<	Q25	Q50	Q75	Q90	Résultats bruts (Nombre de contacts de 5sec)	Nombre de nuits de présence	Occurrence espèce	Activité moyenne brut par nuit si présence	Activité moyenne brut périodique (n = 61)	Résultats bruts (Nombre de contacts de 5sec)	Nombre de nuits de présence	Occurrence espèce	Activité moyenne brut par nuit si présence	Activité moyenne brut périodique (n = 78)	Résultats bruts (Nombre de contacts de 5sec)	Nombre de nuits de présence	Occurrence espèce	Activité moyenne brut par nuit si présence	Activité moyenne brut périodique (n = 92)
"Sérotule"	NR	NR	NR	NR	NR															
Sérotine commune		1	3	6	11															
Noctule de Leisler		1	3	8	21	11	6	100%	1,83	0,18	40	6	23%	6,7	0,51	67	21	3%	3,2	2,4
Noctule commune		1	3	6	14						8	2	11%	4,0	0,10	44	8	4%	5,5	1,6
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius		1	1	2	4											25	2	40%	12,5	0,9
Pipistrelle de Nathusius		1	1	2	2						1	1	11%	1,0	0,01	29	6	15%	4,8	1,0
Pipistrelle commune		1	3	6	12						5	1	55%	5,0	0,06	47	6	25%	7,8	1,7
Total général						11		100%			54		100%			242		100%		
Présence chiroptérologique							6					8					28			
Nombre de nuits échantillonnées							61					78					75			

Avec sec : secondes ; n : nombre de nuits échantillonné ; Groupe d'espèces « Sérotule » : regroupe les contacts indéterminés de Sérotine commune, Vespertilion bicolore, Noctule commune, Noctule de Leisler.

Code couleur traduit une intensité d'activité (selon le référentiel d'activité Ecosphère « Nacelle – Zone géographique Nord/Est) : **Faible** **Modérée** **Assez forte** **Forte** **Très forte**

L'activité moyenne a été calculée sur la base du nombre de contacts de 5 secondes enregistrés divisés par le nombre de nuit échantillonnée dans la période. Une intensité d'activité a été attribuée pour les valeurs d'activité moyenne brute selon le référentiel d'activité Ecosphère « Nacelle – Zone géographique Nord/Est.

Au cours de la période de transit printanier, seule la Noctule de Leisler a été enregistrée parmi les 61 nuits échantillonnées. Onze contacts ont été enregistrés pour 6 nuits de présence. L'intensité d'activité est modérée pour cette espèce à cette période.

Au cours de la période de parturition, quatre espèces ont été contactées pour 8 nuits de présence chiroptérologique sur les 78 échantillonnées. L'intensité d'activité chiroptérologique est assez forte. Toutes les espèces ont été contactées en transit, certains individus ayant été contactés avec un probable comportement de curiosité avec ce qui ressemble à un vol autour du mât et de la nacelle. Aucune action de chasse et aucun cri social n'ont été enregistrés.

Au cours de la période de transit automnal, cinq espèces ont été contactées pour 28 nuits de présence chiroptérologique sur les 92 échantillonnées (75 de transit automnal + 17 de transit automnal étendu). Toutes les espèces ont été contactées en transit et l'intensité d'activité varie de modérée à très forte selon les espèces :

- La Sérotine commune a été contactée selon une intensité d'activité modérée ;
- Les Noctules commune et de Leisler ont été contactées selon une intensité d'activité assez forte ;
- La Pipistrelle commune a été contactée selon une activité forte ;
- La Pipistrelle de Nathusius a été contactée selon une intensité d'activité très forte.

Une vision de l'activité chiroptérologique par période de vol met en avant que :

- 6 nuits sur les 61 échantillonnées ont présenté de l'activité de transit au cours de la période de transit printanier. 11 contacts de transit enregistrés au cours de ces 6 nuits, tous attribuables à la Noctule de Leisler qui est une espèce migratrice. L'intensité d'activité est modérée pour cette période.

- 8 nuits sur les 78 échantillonnées ont présenté de l'activité de transit au cours de la période de parturition. 54 contacts enregistrés pour quatre espèces contactées dont trois migratrices, à savoir la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule de Leisler et la Noctule commune. L'intensité d'activité est assez forte pour cette période.

- 28 nuits sur les 92 échantillonnées ont présenté de l'activité de transit au cours de la période de transit automnal. 242 contacts enregistrés pour cinq espèces : les trois migratrices ainsi que la Pipistrelle commune et la Sérotine commune. L'intensité d'activité globale pour cette période est forte avec une intensité d'activité très forte pour la Pipistrelle de Nathusius.

15.2.3- Activité chiroptérologique selon la phénologie horaire

L'activité nocturne journalière se répartie comme suit selon les périodes :

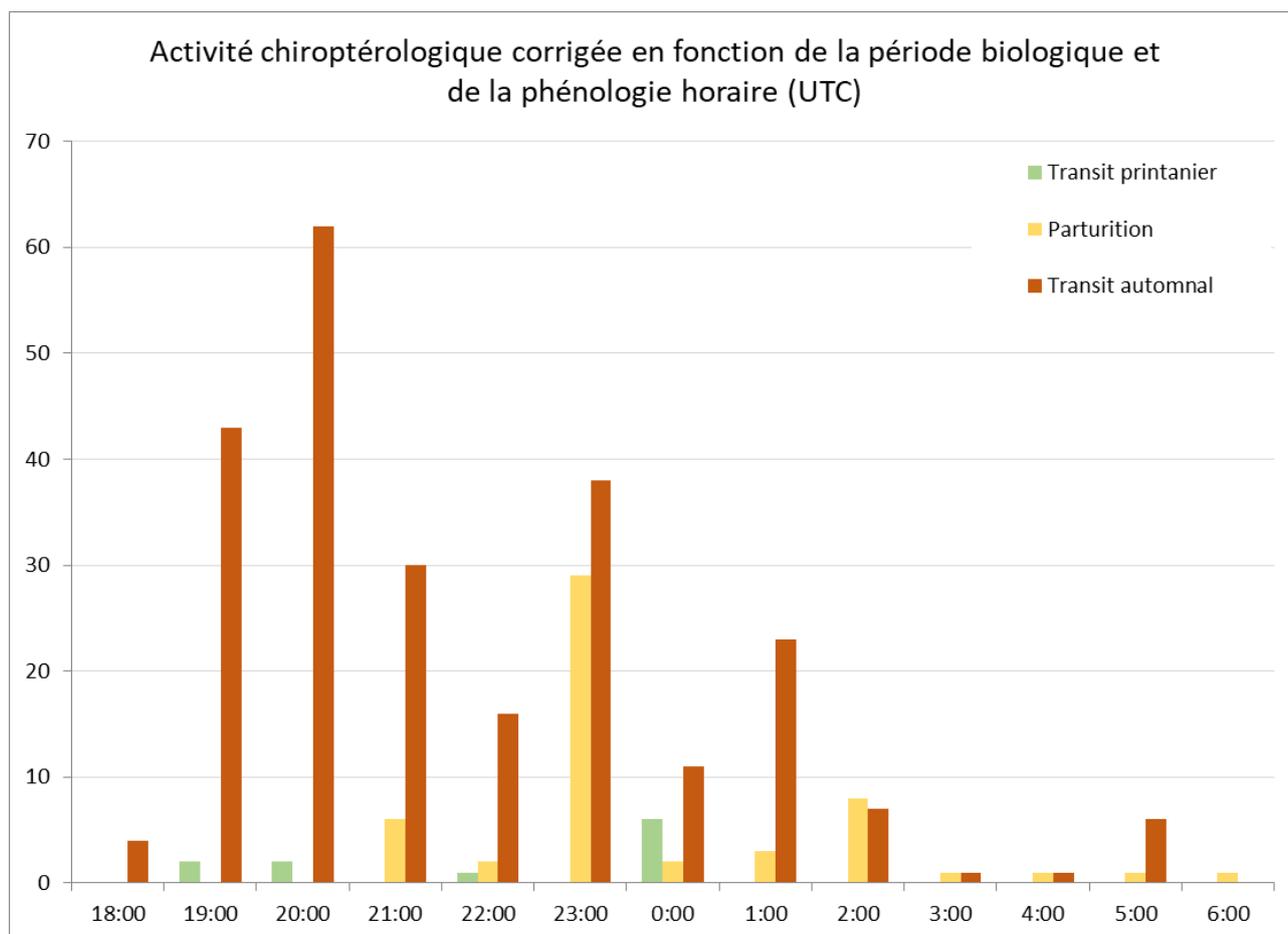


Figure 24 : Activité chiroptérologique corrigée pour chaque période de vol en fonction de la phénologie horaire (UTC) – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville

Les résultats de cette activité ont été obtenus à partir de la moyenne des activités enregistrées au sein d'une plage horaire arrondie sur l'ensemble des nuits inventoriées. La plage horaire de 21h par exemple, correspond aux séquences enregistrées entre 20h30 et 21h29.

Globalement, les activités nocturnes s'étendent de 18h00 (UTC) à 06h00 (UTC).

Lors de la période de transit printanier, onze contacts ont été enregistrés entre 19h00 et 00h00 (UTC).

En période de parturition, les contacts ont été enregistrés entre 21h00 et 6h00 (UTC). Le pic d'activité chiroptérologique a lieu à 23h00 (UTC).

En période de transit automnal, les contacts ont été enregistrés entre 18h00 (UTC) et 05h00 (UTC). L'activité chiroptérologique est bimodale, avec un premier pic de forte intensité à 20h00 (UTC), suivi d'un second pic à 23h00 (UTC).

Il est connu pour la plupart des espèces que les comportements de chasse commencent au crépuscule (à plus ou moins 30min) et continuent jusqu'à 3h après le coucher du soleil.

Souvent, un deuxième pic d'activité, moins important, est remarqué une heure avant l'aube, correspondant aux dernières activités de chasse et à la rentrée au gîte. Certaines espèces peuvent avoir jusqu'à trois pics d'activité au cours de la nuit. Dans cette étude, les périodes de parturition et de transit automnal semblent suivre ce schéma.

Les histogrammes suivants détaillent cette activité chiroptérologique par espèce pour chaque période.

Période de transit printanier

Sur le parc éolien en activité de Réclainville, au cours du transit automnal, l'activité chiroptérologique se déroule entre 19h00 et 00h00 (UTC).

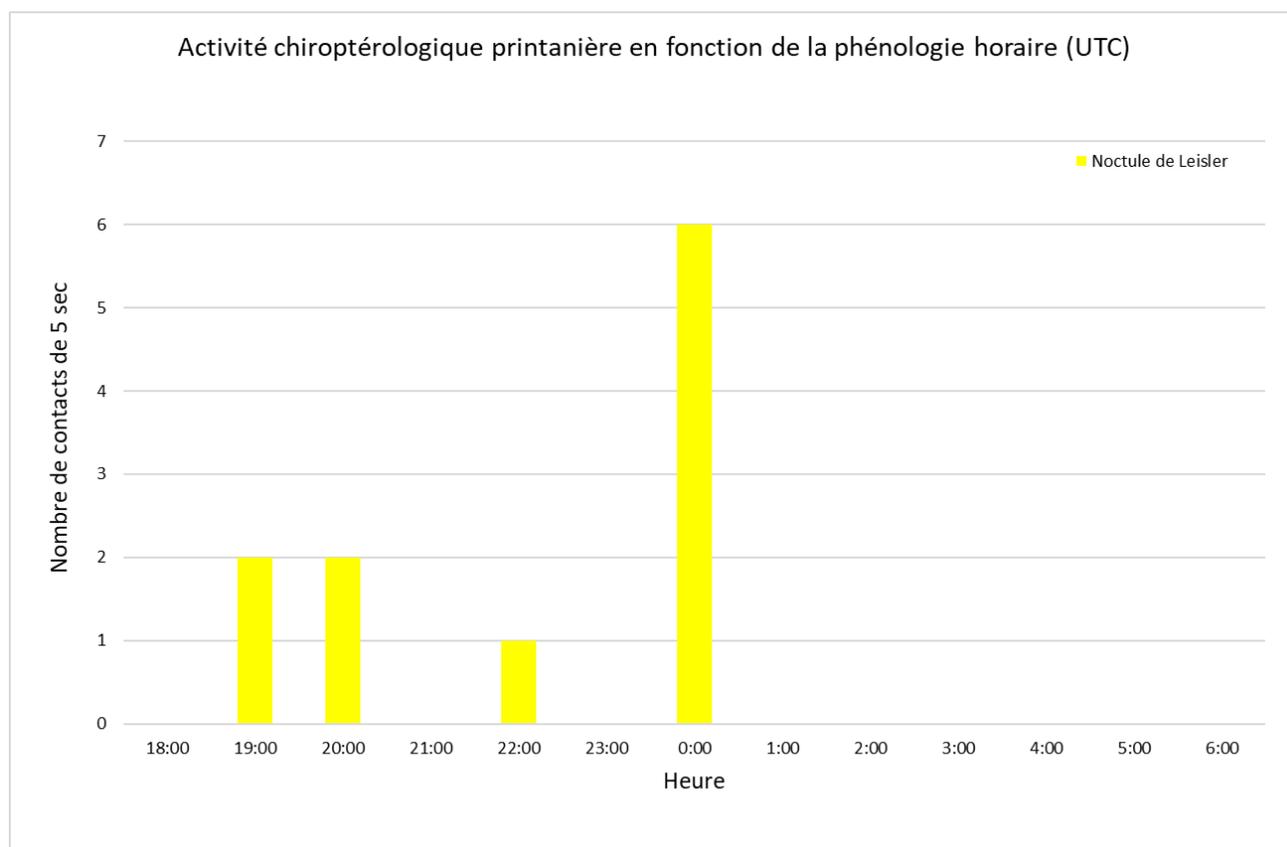


Figure 25 : Activité chiroptérologique printanière en fonction de la phénologie horaire – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville

Une seule espèce : La Noctule de Leisler, contactée en transit.

Période de parturition

Sur le parc éolien en activité de Réclainville, durant la période de parturition, l'activité nocturne débute à 21h00 (UTC) et se termine à 06h00 (UTC).

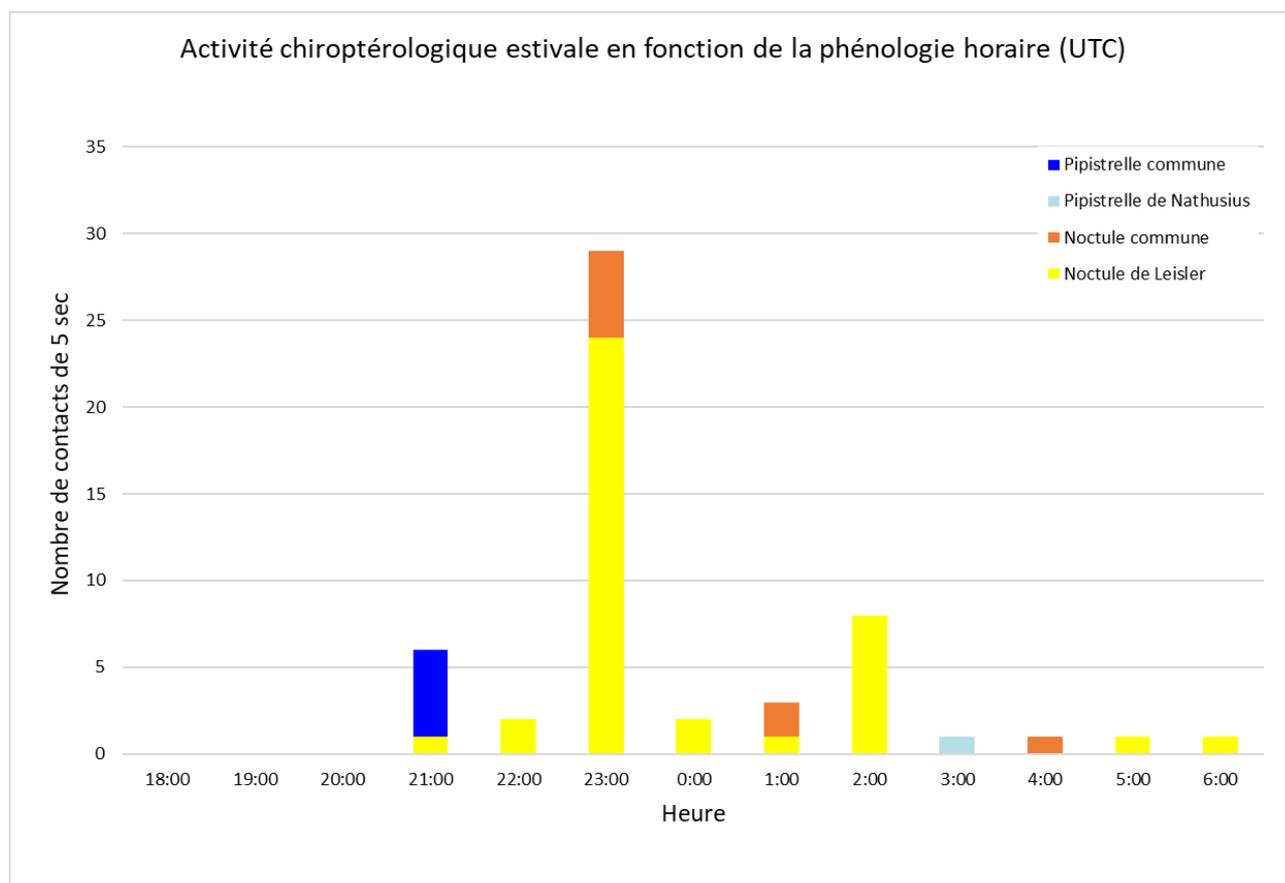


Figure 26 : Activité chiroptérologique estivale en fonction de la phénologie horaire – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville

La Pipistrelle commune a été contactée en transit entre 21h00 et 22h00 (UTC).

La Pipistrelle de Nathusius a été contactée en transit entre 03h00 et 04h00 (UTC).

La Noctule commune a été contactée en transit en deuxième partie de nuit, entre 23h00 et 04h00 (UTC).

La Noctule de Leisler est présente tout au long de la nuit, de 21h00 à 06h00.

Période de transit automnal

Sur le parc éolien en activité de Réclainville, au cours du transit automnal, l'activité chiroptérologique se déroule entre 18h00 et 05h00 (UTC).

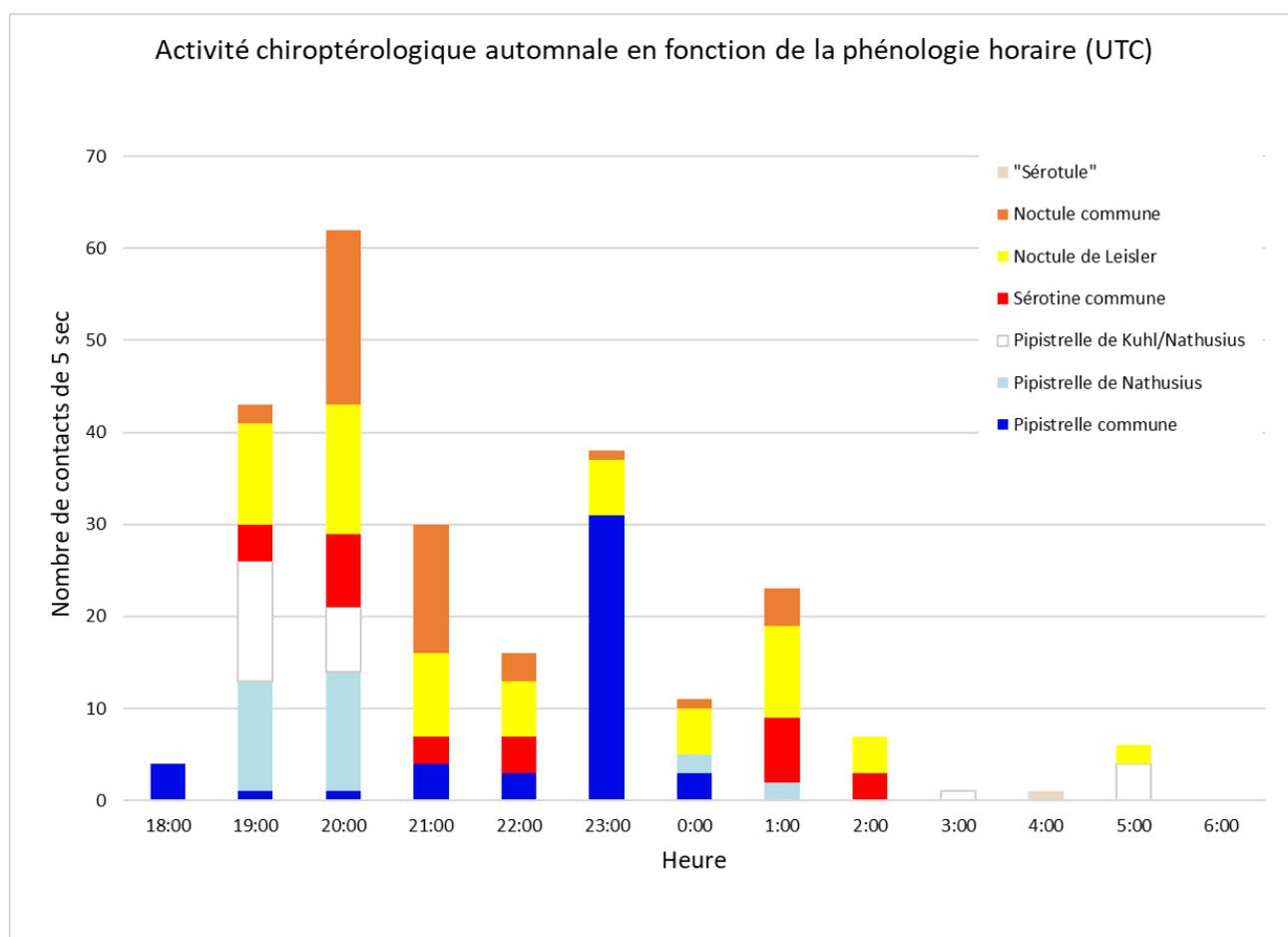


Figure 27 : Activité chiroptérologique automnale en fonction de la phénologie horaire – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville

La Pipistrelle commune est présente en transit de 18h00 à 00h00 (UTC). Son pic d'activité est enregistré à 23h00 (UTC).

La Pipistrelle de Nathusius présente une activité plus tardive, avec des comportements de transit marqués entre 19h00 et 20h00 (UTC) puis entre 00h00 et 1h00 (UTC).

La Sérotine commune a été contactée en transit régulier entre 19h00 et 02h00 (UTC).

La Noctule Leisler a été contactée en transit presque tout au long de la nuit, de 19h00 à 02h00 (UTC), puis à 05h00 (UTC).

La Noctule commune a été contactée en transit en deuxième partie de nuit, entre 23h00 et 04h00 (UTC).

Une vision de l'activité chiroptérologique par phénologie horaire met en avant le fait que :

- les Noctule de Leisler passent à proximité du rotor dans la première partie de nuit au cours du transit printanier, entre 19h00 et 00h00 (UTC) ;

- les individus passent à proximité du rotor majoritairement entre 18h00 et 02h00 (UTC) au cours de la période de transit automnal et dans un créneau plus restreint entre 21h00 et 02h00 (UTC) au cours de la période de parturition. Ceci est en adéquation avec le rythme nyctémérale, soit plus précisément la durée de la nuit.

Quelques contacts tardifs sont tout de même à noter jusqu'à 06h00 (UTC) en période de parturition et jusqu'à 05h00 (UTC) en période de transit automnal.

L'activité chiroptérologique dépend également des conditions abiotiques que sont la température et la vitesse de vent (éventuellement sa direction), ainsi que la pluviométrie et l'hygrométrie (présence de brouillard).

15.2.4- Activité chiroptérologique en fonction des conditions abiotiques

Neuf séquences acoustiques n'ont pas pu être corrélées aux conditions météorologiques, toutes en période de transit automnal :

- 1 donnée sans corrélation pour la Pipistrelle commune ;
- 1 donnée sans corrélation pour la Sérotine commune ;
- 1 donnée sans corrélation pour la Noctule commune ;
- 6 données sans corrélation pour la Noctule de Leisler.

Ce manque de données n'est pas suffisamment conséquent pour avoir un impact sur l'interprétation des résultats.

15.2.4.1 Température

La figure suivante présente le nombre de contacts de Chiroptères par palier de température. Les valeurs ont été arrondies à l'entier le plus proche.

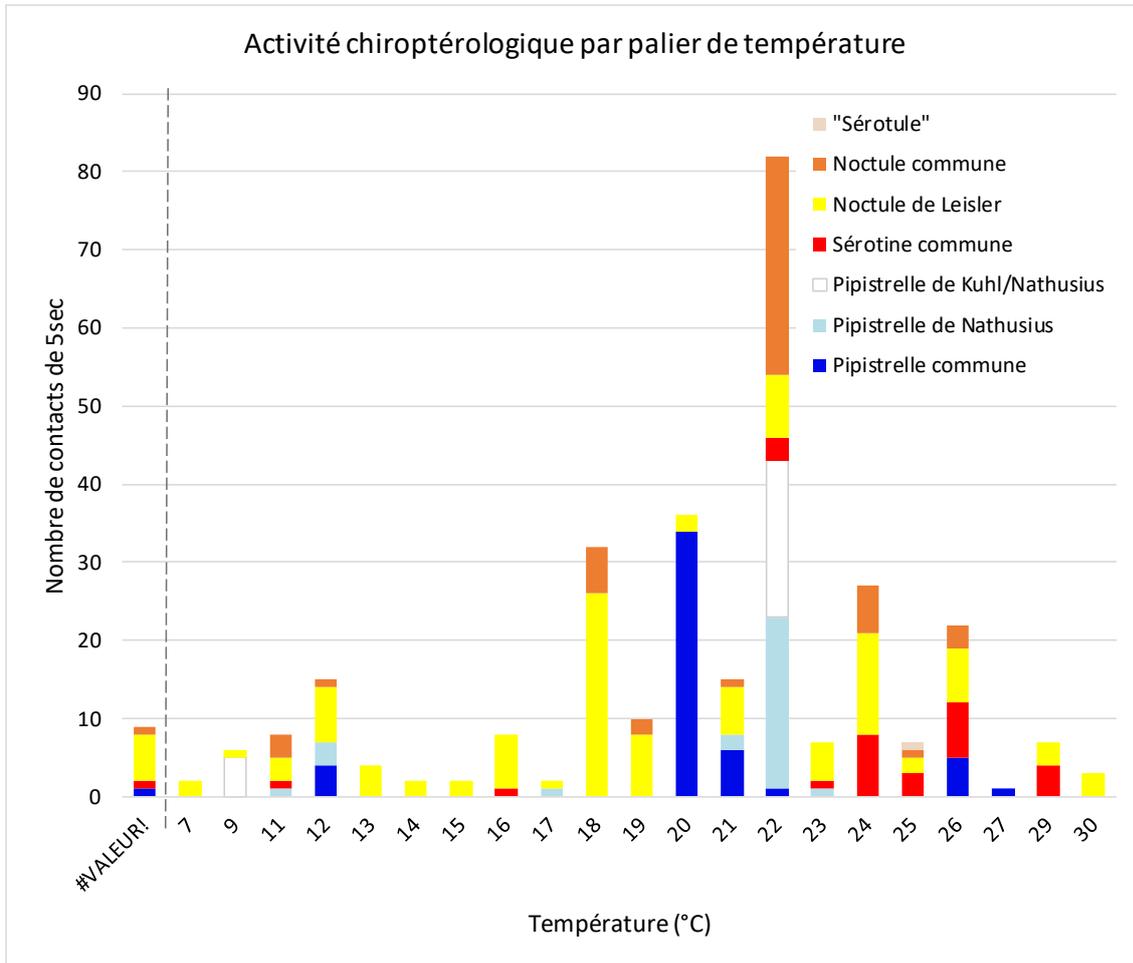


Figure 28 : Activité chiroptérologique annuelle en fonction de la température – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville

Avec #VALEUR! : absence de données de température. n=9

Cet histogramme montre que :

La Pipistrelle commune est présente pour des températures comprises entre 12°C et 27°C. Cette espèce sédentaire est essentiellement active en hauteur pour des températures comprises entre 20°C et 22°C. Son maximum d'activité se situe à 20°C.

La Pipistrelle de Nathusius, espèce migratrice, volent en hauteur pour des températures comprises entre 11°C et 23°C. L'essentiel de son activité a lieu pour des températures comprises entre 21°C et 23°C avec un maximum d'activité à 22°C.

La Sérotine commune est présente pour des températures comprises entre 11 et 29°C. Cette espèce sédentaire est essentiellement active en hauteur pour des températures comprises entre 22°C et 29°C. Son maximum d'activité se situe à 24°C.

La Noctule de Leisler, espèce migratrice, volent en hauteur pour des températures comprises entre 7°C et 30°C. Son maximum d'activité se situe à 18°C.

La Noctule commune, espèce migratrice, volent en hauteur pour des températures comprises entre 11°C et 26°C. Son maximum d'activité se situe à 22°C.

Une vision de l'activité chiroptérologique par palier de température met en avant que :

- **Le peuplement chiroptérologique vole à proximité du rotor pour des températures comprises entre 7°C et 30°C ;**
- **60% des contacts enregistrés le sont pour des conditions de températures comprises entre 18°C et 24°C. Cette plage de température contient le maximum de contacts pour chacune des cinq espèces.**
- **96% des contacts enregistrés le sont pour des conditions de températures comprises entre 7°C et 26°C.**

15.2.4.2 Vitesse de vent

La figure suivante présente le nombre de contacts de Chiroptères par palier de vitesse de vent. Les valeurs ont été arrondies au 0,5 m/s le plus proche.

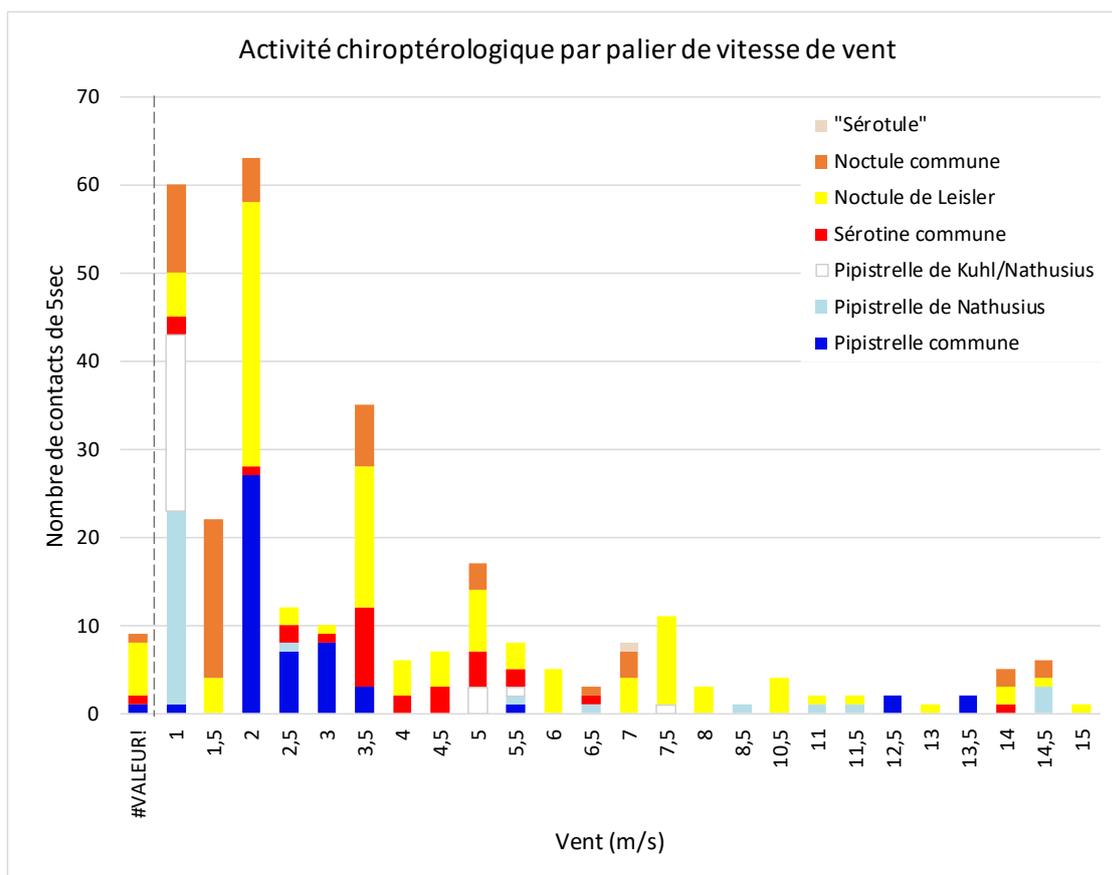


Figure 29 : Activité chiroptérologique annuelle en fonction de la vitesse de vent – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville

Avec #VALEUR! : absence de données de vitesse de vent. n=9

Le graphique montre que la Pipistrelle commune vole en hauteur, au cours des nuits pour lesquelles les vitesses de vent sont comprises entre 1 et 5,5 m/s. Quelques contacts ont pu être notés pour des nuits où les vitesses de vent ont été comprises entre 12,5 et 13,5m/s. Son activité est la plus forte au cours des nuits où la vitesse de vent est de 2m/s.

La Pipistrelle de Nathusius vole en hauteur, avec des vitesses comprises entre 1 et 14,5m/s. L'activité est cependant la plus forte à 1m/s.

La Sérotine commune vole en hauteur avec des vitesses de vent comprises entre 2 et 14m/s. Son activité est la plus forte au cours des nuits où la vitesse de vent est de 3,5m/s.

La Noctule de Leisler vole avec des vitesses de vent comprises entre 1 et 15 m/s avec une activité plus élevée entre 1 et 7,5 m/s. Son activité est la plus forte au cours des nuits où la vitesse de vent est de 2m/s.

La Noctule commune vole avec des vitesses de vent comprises entre 1 et 7m/s. Quelques contacts ont pu être notés pour des nuits où les vitesses de vent ont été comprises entre 14 et 14,5m/s. Son activité est la plus forte au cours des nuits où la vitesse de vent est de 1,5m/s.

Une vision de l'activité chiroptérologique par palier de vitesse de vent met en avant que :

- Le peuplement chiroptérologique vole à proximité du rotor pour des vitesses de vent comprises entre 1 m/s et 15 m/s ;

- 90% des contacts chiroptérologiques ont été enregistrés pour des vitesses de vent inférieures à 7,5 m/s.

15.2.4.3 Direction du vent

La figure suivante présente le nombre de contacts de Chiroptères par palier de direction du vent. Les valeurs ont été arrondies à la dizaine la plus proche.

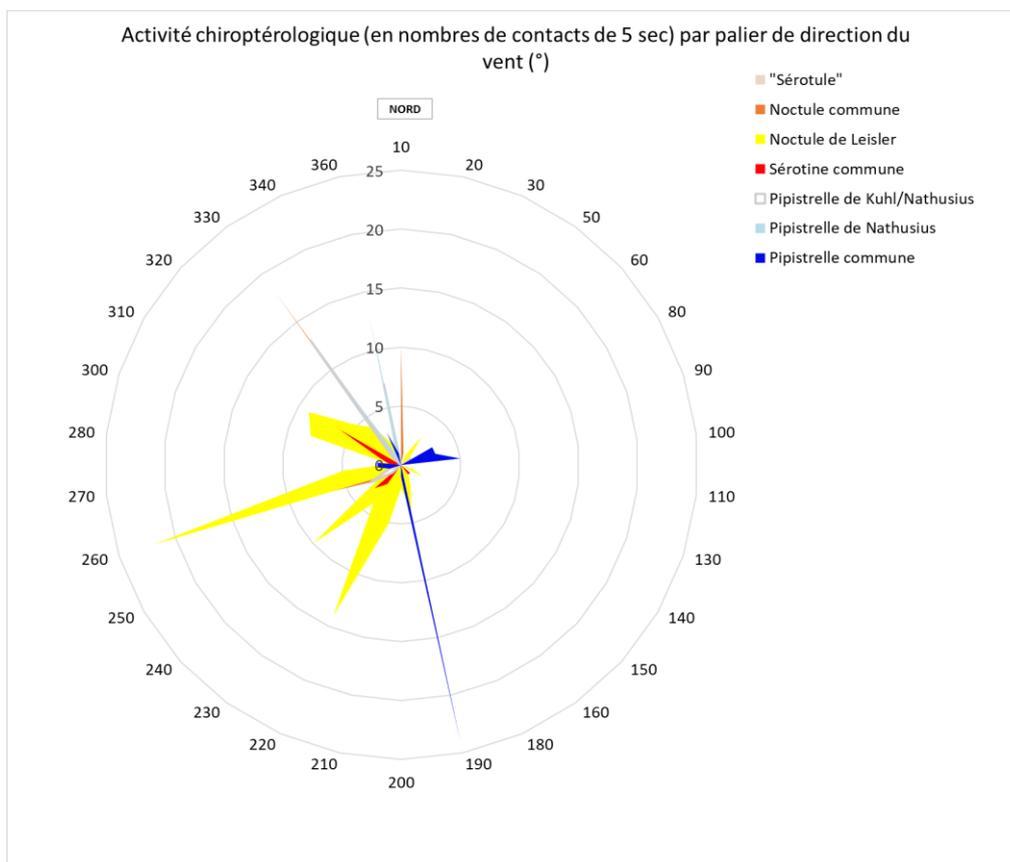


Figure 30 : Activité chiroptérologique annuelle en fonction de la direction du vent – nacelle de l'éolienne E21 du parc de Réclainville

Avec #VALEUR! : absence de données de direction de vent. n=9

Le radar montre que la Pipistrelle commune, vole selon toutes les directions du vent. Les maximas d'activité sont atteints plein Est (90°), plein Sud (190°) et de manière moindre au Nord (280 à 0°).

La Pipistrelle de Nathusius vole en hauteur pour des directions de vent au Nord-Ouest (330° à 360°). Des contacts anecdotiques sont enregistrés dans les autres directions.

La Sérotine commune n'est pas visible sur le graphique, car écrasée par les nuages de points des trois autres espèces. Néanmoins, le jeu de données permet de dire que cette espèce a été contactée de manières anecdotiques dans toutes les directions et que son maximum d'activité est en direction Nord (310°).

La Noctule de Leisler vole en hauteur, selon toutes les directions de vent, mais avec une activité préférentiellement à l'Ouest (du Nord-Ouest au Sud-Ouest).

La Noctule commune vole en hauteur préférentiellement pour des vents en direction Nord-Ouest (260° à 360°).

Une vision de l'activité chiroptérologique par palier de direction du vent met en avant que les Chiroptères ont été enregistrés dans toutes les directions du vent mais préférentiellement en direction Ouest.

16- BILAN ET DISCUSSION

La SFPEM et Eurobats préconisent un suivi continu de l'activité en hauteur afin de rendre compte au mieux des épisodes migratoires. Le dispositif de GSM-Batcorder a été opérationnel sur les trois périodes biologiques les plus importantes pour la Chiroptérofaune, à savoir, les périodes de transit printanier (du 15 mars au 14 mai), de parturition (du 15 mai au 31 juillet) et de transit automnal (du 1^{er} août au 15 octobre). Le suivi comporte des nuits enregistrées en période d'hibernation mais aucun contact de Chiroptère n'a été confirmé.

Ainsi, le suivi acoustique a eu lieu du 1^{er} mars au 12 décembre 2023. Les données enregistrées à hauteur de nacelle ont révélé une activité de transit au niveau de la centrale éolienne de Réclainville provenant d'au moins 5 espèces de Chiroptères : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Sérotine commune, la Noctule de Leisler et la Noctule commune. Ces espèces figurent parmi les plus sensibles à l'éolien.

La Pipistrelle commune et la Sérotine commune sont connues pour leur caractère sédentaire.

- La Pipistrelle commune a pu être détectée en transit de manière assez forte au cours de la période de parturition et forte au cours du transit automnal.
- La Sérotine commune a pu être détectée en transit de manière modérée au cours d'une dizaine de nuits en période de transit automnal.

La Pipistrelle de Nathusius, la Noctule de Leisler et la Noctule commune sont trois espèces migratrices de haut vol, connues pour leur caractère migrateur dans la région et dont des colonies ont été trouvées dans la région.

- La Pipistrelle de Nathusius a été contactée en transit, durant deux périodes qui sont la parturition et le transit automnal. Son activité est assez forte au cours de la période de parturition et très forte au cours de la période de transit automnal.
- La Noctule de Leisler a été contactée durant les trois périodes de vol. L'espèce a été contactée en transit de manière modérée au cours de la période de transit printanier et de manière assez forte au cours des périodes de parturition et de transit automnal.
- La Noctule commune a été contactée durant deux périodes qui sont la parturition et le transit automnal. L'espèce a été contactée en transit avec une activité assez forte au cours de ces deux périodes.

L'étude de l'activité chiroptérologique en fonction de la phénologie horaire nous renseigne que les Chiroptères sont en transit dans ce secteur de 18h30 à 00h29 (UTC) en période de transit printanier, de 20h30 à 06h29 (UTC) en période de parturition et de 17h30 à 5h29 (UTC) en période de transit automnal.

A l'échelle européenne, les comportements migratoires sont souvent recensés sur quelques jours avec une activité très intense.

- Sur ce parc de Réclainville, les pics d'activité migratoire enregistrés pour la Pipistrelle de Nathusius, ont eu lieu majoritairement la nuit du 25 septembre. Pour un autre parc étudié par notre bureau d'étude cette année, localisé dans la partie Nord de la France, la migration de la Pipistrelle de Nathusius avait été notée à partir du 11 septembre et jusqu'à la fin du mois. Les jeux de données sont cohérents.
- Pour la Noctule de Leisler, un premier pic est noté le 20 août puis l'activité est continue sur tout le mois de septembre. Toujours dans ce même parc étudié plus au Nord, le premier flux migratoire avait été noté le 10 août.
- Pour la Noctule commune, la plus forte activité a été enregistrée le 13 août, puis des individus ont été contactés tout au long du mois de septembre.

Août et septembre sont les deux mois de plus forte activité sur ce parc éolien.

17- PRÉSENTATION DES ESPÈCES DE CHIROPTÈRES RECENSÉES

Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)		Sensibilité à l'éolien forte		
Liste Rouge Régional (2012)	Liste Rouge National (2017)	Directive Habitat	BERNE III	BONN II
LC	NT	Annexe IV		
 <p>© S. Dutilleul (CMNF)</p>		<p>Description : Cette espèce tend à décliner au niveau national pour lequel elle a vu son statut passer en "quasi menacée".</p> <p>Parmi les plus petites espèces de chauves-souris de France, il est possible de la rencontrer du bord de mer, jusqu'à plus de 1 600 m d'altitude dans les Pyrénées-Orientales.</p> <p>L'espèce est très anthropophile en gîte (dans les fissures de murs ou de poutres, sous les toitures et derrière les volets) bien que quelques individus isolés puissent être observés en cavités arboricoles.</p> <p>Elle ne semble pas inféodée à un milieu particulier et chasse alors de manière opportuniste aussi bien autour des candélabres que dans les boisements ou en zone dégagée. Elle consomme principalement des diptères.</p>		
Inventaires acoustiques 2023				
Transit printanier	Parturition	Transit automnal		
		Transit		
Code couleur : traduit une intensité d'activité : Faible Modérée assez forte Forte Très forte Non Référencée				

Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)		Sensibilité à l'éolien modérée		
Liste Rouge Régional (2012)	Liste Rouge National (2017)	Directive Habitat	BERNE II	BONN II
LC	NT	Annexe IV		
 <p>© L. Arthur</p>		<p>Description : En préoccupation mineure, cette espèce tend à décliner au niveau national pour lequel elle a vu son statut passer récemment en "quasi menacée".</p> <p>La Sérotine commune est une espèce sédentaire de haut vol plutôt anthropophile pour ses gîtes.</p> <p>L'espèce chasse dans tous les types d'habitats mais principalement dans les milieux ouverts et semi-ouverts, notamment au-dessus des boisements et le long des lisières.</p> <p>Les tendances de populations pour cette espèce sont à la baisse.</p>		
Inventaires acoustiques 2023				
Transit printanier	Parturition	Transit automnal		
		Transit		
Code couleur : traduit une intensité d'activité : Faible Modérée assez forte Forte Très forte Non Référencée				

Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)		Sensibilité à l'éolien forte		
Liste Rouge Régional (2012)	Liste Rouge National (2017)	Directive Habitat	BERNE II	BONN II
NT	NT	Annexe IV		
 <p>© L. Arthur</p>		<p>Description : Quasi-menacée » aux niveaux régional et national, la Pipistrelle de Nathusius utilise surtout des gîtes arboricoles : décollements d'écorces, trous de pics et fissures.</p> <p>Espèce migratrice et de haut vol, ce comportement migratoire des femelles renforce la vulnérabilité de l'espèce car les individus ont besoin de plusieurs espaces favorables au cours de leur cycle biologique. Par ailleurs, l'espèce perd beaucoup d'énergie lors de ces déplacements migratoires et a besoin de trouver des milieux très riches en insectes sur son parcours (haltes migratoires). L'espèce affectionne les zones humides et les boisements riches en insectes pour chasser.</p>		

Inventaires acoustiques 2023

Transit printanier	Parturition	Transit automnal
	Transit	Transit
Code couleur : traduit une intensité d'activité : Faible Modérée assez forte Forte Très forte Non Référencée		



Figure 31 : Distribution et migration de la Pipistrelle de Nathusius

Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>)		Sensibilité à l'éolien maximale		
Liste Rouge Régional (2012)	Liste Rouge National (2017)	Directive Habitat	BERNE II	BONN II
NT	VU	Annexe IV		
 <p>© S. Dutilleul (CMNF)</p>		<p>Description : Quasi-menacée au niveau régional et Vulnérable à l'échelle nationale, cette espèce est migratrice et de haut vol. Les femelles mettent bas au Nord et à l'Est de l'Europe tandis que les mâles estivent en France.</p> <p>La Noctule commune est une espèce arboricole, affectionnant les arbres creux et chasse préférentiellement au-dessus des étendues d'eau, du réseau hydrographique, des bois et forêts en parcourant de grandes distances.</p> <p>Connue pour pratiquer le haut vol, jusqu'à plusieurs centaines de mètres de haut, l'espèce présente un très fort risque de collision à l'échelle nationale et régionale.</p> <p>La Noctule commune semble souvent contactée en acoustique dans la région. Les colonies de reproduction sont rares et localisées.</p>		

Inventaires acoustiques 2023

Transit printanier	Parturition	Transit automnal
	Transit	Transit
Code couleur : traduit une intensité d'activité : Faible Modérée assez forte Forte Très forte Non Référencée		

Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)		Sensibilité à l'éolien forte		
Liste Rouge Régional (2022)	Liste Rouge National (2017)	Directive Habitat	BERNE II	BONN II
NT	NT	Annexe IV		
		<p>Description : Quasi-menacée aux niveaux régional et national, cette petite noctule est une espèce arboricole qui fréquente tous les milieux et très attachée aux massifs forestiers, surtout de feuillus.</p> <p>Comme la Noctule commune, la Noctule de Leisler est une espèce migratrice et de haut vol. Ce sont les femelles qui vont quitter l'Ouest de la France, les colonies de reproduction affectionnant les cavités arboricoles mais aussi les toitures de maison. Les mâles restent et occupent des cavités arboricoles. L'espèce consomme une grande diversité de proies : Lépidoptères, Diptères et petits Coléoptères notamment. La destruction des habitats où ses proies effectuent tout ou partie de leur cycle lui est fortement préjudiciable.</p> <p>Il y a peu de population en région Centre-Val de Loire et elle n'est pas connue en Loir-et-Cher. L'espèce est en déclin au niveau régional.</p>		
Inventaires acoustiques 2023				
Transit printanier	Parturition	Transit automnal		
Transit	Transit	Transit		
Code couleur : traduit une intensité d'activité : Faible Modérée assez forte Forte Très forte Non Référencée				

18- MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS

Les propositions de mesures sont basées sur des recherches bibliographiques ainsi que sur les résultats du suivi 2023.

18.1- Gestion et mesure de bridage des éoliennes

Le suivi mortalité réalisé en 2023 ne justifie pas d'adaptation particulière du fonctionnement des éoliennes de la centrale éolienne de Reclainville.

Cependant, au regard des espèces contactées lors du suivi acoustique en nacelle et de l'activité constatée lors de la période de transit automnal, nous recommandons d'appliquer sur la période du 01/08 au 15/10 (période la plus accidentogène d'une manière générale, au cours de laquelle les risques de collisions sont les plus forts avec notamment le passage de certaines espèces de Chiroptères migrants et les transits d'espèces locales), **un bridage des machines sur la tranche horaire allant de 30 min avant le coucher du soleil à + 5h après le coucher du soleil lorsque les conditions suivantes sont réunies :**

- **Pour des vitesses moyennes de vent (à hauteur de rotor) < 5 m/s ;**
- **Pour des températures supérieures à 12°C ;**

Pour rappel, le Groupe Chiroptères Centre-Val de Loire préconise les mesures de bridage suivantes :

« Ces mesures de bridage (mises en drapeau des pales) doivent a minima intervenir du 15 mars au 15 novembre : quand la vitesse du vent est inférieure à 8m/sec (mesurée à hauteur de nacelle), et quand les températures sont supérieures à 8°C et cela tout au long de la nuit. Pendant la saison de migration, d'autres mesures peuvent être établies comme : la mise en drapeau des pales du 1^{er} août au 30 octobre du coucher au lever du soleil quand la vitesse du vent est inférieure à 8m/sec (mesurée à hauteur de nacelle) et quand la température est supérieure à 5°C. »

(Source : [Positionnement - Groupe Chiroptères Centre Val de Loire \(chauves-souris-centre.fr\)](http://Positionnement - Groupe Chiroptères Centre Val de Loire (chauves-souris-centre.fr), 2019)

18.2- Gestion des abords immédiats des plateformes et éoliennes

Le cortège floristique présent sur les zones enherbées des plateformes des éoliennes constituent un habitat favorable aux insectes qui attirent par conséquent les chiroptères (eux-mêmes attirés par leurs proies). Il est donc nécessaire de rendre moins attractifs ces milieux pour les insectes et indirectement réduire le risque de collision des chiroptères.

→ Proposition ALISE :

ALISE propose **une fauche/broyage de la zone herbacée à proximité immédiate des éoliennes** afin de limiter le développement d'herbacées hautes favorables aux insectes et chiroptères. Ce broyage ou fauche sera **réalisé 2 fois/an**, avec un passage dans les deux premières semaines de mars et le second passage dans la première quinzaine du mois d'août.

Une seconde mesure est également proposée, elle consiste à **éviter tout dépôt agricole quelconque dans un rayon de 100 m autour des éoliennes (celle-ci ne pourra être mise en œuvre que sur accord des exploitants agricoles).**

19- BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages, documentation, études :

- ✓ **ALISE environnement** (2017) - Contrôle mortalité oiseaux et chauves-souris Phase exploitation. Parc éolien « Centrale éolienne de Réclainville ». 43 p.
- ✓ **André, Y.** (2004). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, doc. int. 20 p.
- ✓ **Arnett E.B., Schirmacher M., Huso M.M.P., Hayes J.P.** (2009). Effectiveness of Changing Wind Turbine Cut-in Speed to Reduce Bat Fatalities at Wind Facilities. Annual Report Prepared for the Bats and Wind Energy Cooperative and the Pennsylvania Game Commission.
- ✓ **Arnett E., Erickson W., Kerns J. & Horn J.** (2005). "Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines." Report prepared for Bats and Wind Energy Cooperative. 168 p.
- ✓ **AVES environnement & GCP.** (2010). Etude de la mortalité des Chiroptères. Parc éolien du Mas de Leuze, commune de Saint-Martin-de-Crau (13), 17/03-27/11 2009. 38 p.
- ✓ **Baerwald E.F., D'amours G.H., Klug B.J., Barclay R.M.R.** (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Curr. Biol.* 18: R695-696.
- ✓ **Baerwald E.F., Edworthy J., Holder M., Barclay R.M.R.** (2009). A large-scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities. *J. Wildl. Manage.* 73: 1077-1081
- ✓ **Bernardino J., Bispo R., Costa H. & Mascarenhas M.** (2013). Estimating bird and bat fatality at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations, *New Zealand Journal of Zoology*, 40:1, 63-74
- ✓ **Brinkmann, R., Niermann, I., Behr, O., Mages, J. & Reich, M.** (2009). Recherche systématique des cadavres : conditions méthodologiques, méthodes d'analyses statistiques et résultats. Conférences sur les méthodes d'analyse et de réduction des risques de collision des Chiroptères avec les éoliennes onshore. Synthèses des conférences tenues à Hanovre le 09/06/2009.
- ✓ **Cornut J. & Vincent S.** (2010). Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. LPO Drôme. 39 p.
- ✓ **COUASON L.** (2006) : - Etude des enjeux faunistiques liés à l'installation de parcs éoliens en Beauce - Bureau d'étude Laurent COUASON - Institut d'écologie appliquée. Pp 167 - 180.
- ✓ **Dubourg-Savage M.J., Bach L. & Rodrigues L.** (2009). Bat mortality at wind farms in Europe. Presentation at 1st International Symposium on Bat Migration, Berlin, January 2009.
- ✓ **Dulac, P.** (2007). Evaluation de l'impact su parc éolien de l'Espinassière (Vendée)- rapport de Suivi 2007. LPO Vendée, Compagnie du vent.
- ✓ **Dulac, P.** (2008). Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. LPO, Délégation Vendée/ADEME Pays de la Loire/Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon - Nantes. 106 p.
- ✓ **Dürr T & Bach L.** (2004). Bat deaths and wind turbines - a review of current knowledge, and of information available in the database for Germany. *Brem Beitr Naturk Naturs* 7: 253-64.
- ✓ **Erickson, W.P., Strickland, M.D., Johnson, G.D. & Kern, J.W.** (2000). Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants. Pp.172-182, in:

- Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, CA, May 1998. 202 p.
- ✓ **Everaert J. & Kuijken E.** – (2007) – Wind turbines and birds in Flanders (Belgium). Preliminary summary of the mortality research results.
 - ✓ **Guegnard A., Condette.** (2013). Retour sur 10 années de suivi de la mortalité en Vendée, 2nd séminaire national sur l'énergie éolienne et la protection de la biodiversité. Nantes, 30 oct. 2013
 - ✓ **Horn JW, Arnett EB, and Kunz TH.** (2008). Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *J Wildlife Manage* **72**: 123–32.
 - ✓ **Huso, M.** (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses – Environmetrics, DOI: 10.1002/env.1052. 19 p.
 - ✓ **Jones G.,** (2009). Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. Scoping and method development report. 158 p.
 - ✓ **Lekuona, J. M.** (2001). Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Dirección General de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra, Pamplona
 - ✓ **LPO,** (2017). Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune, Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. LPO France. 92p.
 - ✓ **Long, C. V, J. A. Flint, and P. A. Lepper.** (2010). Wind turbines and bat mortality: doppler shift profiles and ultrasonic bat-like pulse reflection from moving turbine blades. *Journal of the Acoustical Society of America*, 128: 2238–2245.
 - ✓ **MEEDM** (2015). Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – 40p.
 - ✓ Plan d'actions Chiroptères en région Centre 2009-2013 – SNE ; UICN, 2017 (liste française)
 - ✓ Plan départemental d'actions en faveur des Chiroptères – 2020 – 2030 – 50pp.
 - ✓ **Rico, P et Lagrange, H.** (2016). Etude de l'impact des parcs éoliens sur l'activité et la mortalité des chiroptères, septembre 2016, Sens Of Life. 174p.
 - ✓ **Rodrigues L., Bach L., Dubourg-savage M.J., Goodwin J. & Harbusch C.** (2008). Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. EUROBATS Publication Series No. 3. PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 55 p.
 - ✓ **Rydell, J., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues, and A. Hedenström.** (2010a). Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12: 261–274.
 - ✓ **Rydell, J., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues, and A. Hedenström.** (2010b). Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration. *European Journal of Wildlife Research*, 56: 823–827.
 - ✓ **Spiroux, P.** (2008). Suivi de mortalité des Chiroptères et de l'avifaune relatif aux quatre éoliennes implantées sur les communes de Méautis et Auvers (50). 84p.
 - ✓ **Tran, M. & Roux, D.** (2012). Evaluation de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères et suivi du comportement de l'avifaune du parc éolien de Bollène (Vaucluse). Bilan de 3 années de suivi. Rapport ONCFS, nov. 2012. 77 p
 - ✓ **UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS** (2016) : - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France.
 - ✓ **UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS** (2017) : La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.
 - ✓ **Williamson T.,** 2011- Evaluation de l'impact du parc éolien du Rochereau sur l'avifaune de plaine. Rapport final 2007-2010. SERGIES, LPO Vienne.

Sites internet

INPN : <http://inpn.mnhn.fr/accueil/index>

DREAL Centre Val-de-Loire : <http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/>

Géoportail : <http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>

<https://chauves-souris-centre.fr/positionnement/>

20- RÉDACTEURS DU DOSSIER

REDACTION	NOM PRENOM	SOCIETE	COORDONNEES
Inventaires rédaction et cartographie	Adam YADALLEE Anaïs MADELAINE Nicolas NOEL	ALISE environnement	102, rue du Bois Tison 76 160 SAINT-JACQUES-SUR- DARNETAL Tél : 02 35 61 30 19 Fax : 02 35 66 30 47 www.alise-environnement.fr
Relecture	Nicolas NOEL		

21- ANNEXE : CADAVRES D'OISEAUX ET DE CHIROPTERES RELEVÉS SUR LE TERRAIN

Fiche de terrain standardisé - Avifaune				
N° éolienne	E20	Coordonnées X	607686.1	
Date / Heure	27/06/2023	Coordonnées Y	6803502.9	
Localisation				
Orientation par rapport à l'éolienne	325° NO	Distance du mât (m)	1,5 m	
Classe de végétation	1	2	3	
Identification		Etat de l'individu		
Espèce		Vivant	Mort	Fragment
		Etat du cadavre		
		Frais	Avancé	Décomposé
Perdrix grise		Commentaire : frais mais prédaté		

Fiche de terrain standardisé - Avifaune				
N° éolienne	E21	Coordonnées X	607924.7	
Date / Heure	27/06/2023	Coordonnées Y	6803204.3	
Localisation				
Orientation par rapport à l'éolienne	292° O	Distance du mât (m)	7,6 m	
Classe de végétation	1	2	3	
Identification		Etat de l'individu		
Espèce		Vivant	Mort	Fragment
		Etat du cadavre		
		Frais	Avancé	Décomposé
Perdrix grise		Commentaire : Prédaté		

Fiche de terrain standardisé - Avifaune					
N° éolienne	E19	Coordonnées X	607467.62		
Date / Heure	02/08/2023	Coordonnées Y	6803771.70		
Localisation					
Orientation par rapport à l'éolienne	328° NO	Distance du mât (m)	7,6 m		
Classe de végétation	1	2	3		
Identification		Etat de l'individu			
Espèce		Vivant	Mort	Fragment	
Oiseau sp.		Etat du cadavre			
		Frais	Avancé	Décomposé	Sec
		Commentaire :			

Fiche de terrain standardisé - Avifaune					
N° éolienne	E20	Coordonnées X	607698.78		
Date / Heure	22/09/2023	Coordonnées Y	6803505.38		
Localisation					
Orientation par rapport à l'éolienne	57° NE	Distance du mât (m)	10 m		
Classe de végétation	1	2	3		
Identification		Etat de l'individu			
Espèce		Vivant	Mort	Fragment	
Perdrix grise		Etat du cadavre			
		Frais	Avancé	Décomposé	Sec
		Commentaire : Prédaté			