PARC ÉOLIEN DES CLÉRIMOIS

Suivi environnemental post-implantation

Année 2022

BORALEX

Rapport final – Version 3

Dossier 20120020-V1
23/06/2023

réalisé par

Auddicé Environnement
Espace Sainte Croix
6 Porte Sainte Croix
51000 Châlons-en-Champagne
03 27 97 36 39

Parc éolien des Clérimois

Suivi environnemental post-implantation

Année 2022

Rapport final – Version 3

BORALEX

Version	Date	Description
Rapport final – Version 3	23/06/2023	Suivi environnemental post implantation – Rapport final – Choix des modalités des bridage – Version finale
Rapport final – Version 2	20/06/2023	Suivi environnemental post implantation – Rapport final – Intégration des commentaires
Rapport final – Version 1	02/06/2023	Suivi environnemental post implantation – Rapport final
Rapport intermédiaire – Version 1	23/02/2023	Suivi environnemental post implantation – Rapport intermédiaire : résultats du suivi de mortalité

	Nom - Fonction	Date
Rédaction	CASANOVA Laurine – Cheffe de projet écologue	23/06/2023
	DELAYE Noémie – Chargée d'étude écologue	20/01/2023
Validation	WARIN Jérémy – Responsable de l'agence Grand-Est	23/02/2023

Agence Hauts-de-France (siège social)
Agence Grand-Est
Agence Ile-de-France
Agence Seine-Normandie
Agence Auvergne Massif-Central
Agence Val-de-Loire
Agence Bourgogne Franche Comté
Agence Sud
Agence Belgique

Agir pour l'avenir de vos projets

auddice.com

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1. PRÉSENTATION ET CADRAGE DU SUIVI 6
1.1 Présentation du parc éolien 7
1.1.1 Situation géographique 7
1.1.2 Contexte réglementaire et objectif du suivi 7
1.1.3 Les aérogénérateurs 7
1.2 Bibliographie générale sur les impacts en phase d'exploitation 10
1.2.1 Impacts sur l'avifaune 10
1.2.2 Impacts sur les chiroptères 14
CHAPITRE 2. CONTEXTE ÉCOLOGIQUE 17
2.1 Situation générale 18
2.2 Zones naturelles d'intérêt reconnu 18
2.2.1 Réseau Natura 2000 18
2.2.2 Zones naturelles d'intérêt reconnu (hors Natura 2000) 23
2.3 Insertion dans les réseaux écologiques – SRCE de Bourgogne 28
2.4 Schéma Régional Éolien de Bourgogne (SRE) 30
2.4.1 Avifaune 30
2.4.2 Chiroptères 30
2.5 Contexte éolien 33
CHAPITRE 3. MÉTHODOLOGIE 35
3.1 Équipe de travail 36
3.2 Protocole - Suivi de l'activité chiroptérologique 36
3.2.1 Méthode d'échantillonnage – Inventaires en altitude 36
3.2.2 Exploitation des résultats 36
3.3 Protocole – Suivi de mortalité 36
3.4 Méthodes d'estimation de la mortalité 39
3.4.1 Calculs des coefficients de correction 39
3.4.2 Estimations de la mortalité 40
CHAPITRE 4. RÉSULTATS DU SUIVI D'ACTIVITÉ CHIROPTÉROLOGIQUE 41
4.1 Ensemble de l'année 42
4.2 Transit printanier 43
4.3 Parturition 46
4.4 Transit automnal 48
4.5 Activité chiroptérologique en fonction des données météorologiques 51
4.6 Bioévaluation et protection 54
4.7 Synthèse du suivi chiroptérologique 57
CHAPITRE 5. RÉSULTATS DU SUIVI DE MORTALITÉ 58
5.1 Résultats méthodologiques 59
5.1.1 Périodes d'étude 59
5.1.2 Test d'efficacité de recherche 59
5.1.3 Test prédation – persistance des cadavres 59
5.1.4 Coefficient correcteur de surface 60
5.2 Résultats bruts du suivi 60
5.2.1 L'avifaune 60
5.2.2 Les chiroptères 60
5.3 Estimation de la mortalité 61
5.4 Limite de l'étude 61
5.5 Analyse des résultats et conclusion 62
CHAPITRE 6. BILIOGRAPHIE ET ANNEXES 65
6.1 Bibliographie 66
6.2 ODENA, un référentiel adapté au contexte 70
6.3 Localisation des cadavres 72
6.4 Photos des cas de mortalité 74
6.5 Réglementation nationale et internationale concernant la faune et la flore 75
6.6 Activité chiroptérologique selon l'avancée de la nuit 76

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Caractéristique technique des éoliennes 7
Tableau 2. Sites du réseau Natura 2000 présents dans les 20 km autour de la ZIP 20
Tableau 3. Habitats d'intérêt communautaires 20
Tableau 4. Espèces d'intérêt communautaire présentes sur la ZSC 20
Tableau 5. Espèces avifaunistique d'intérêt communautaires présentes sur la ZPS de la Bassée et plaines adjacentes. 21
Tableau 6. ZNIR (hors Natura 2000) présentes au sein de l'aire d'étude éloignées 23
Tableau 7. Conditions météorologiques observées lors du suivi de mortalité 37
Tableau 8. Résultats bruts de l'activité des chiroptères par espèce sur l'ensemble de l'année 42
Tableau 9. Résultats bruts de l'activité des chiroptères par espèce lors du transit printanier 43
Tableau 10. Résultats bruts de l'activité des chiroptères par espèce et par hauteur lors de la parturition 46
Tableau 11. Résultats bruts de l'activité des chiroptères par espèce et par hauteur lors du transit automnal 48
Tableau 12. Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction de la température 51
Tableau 13. Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction de la vitesse de vent – Ensemble de l'année 52
Tableau 14. Activité cumulée selon l'avancée de la nuit (extrait) 53
Tableau 15. Espèces de chauves-souris recensées lors du suivi en altitude (hauteur de nacelle) 55
Tableau 16. Coefficient de correction Z 59
Tableau 17. Durée moyenne de persistance d'un cadavre – Période 1 59
Tableau 18. Durée de persistance d'un cadavre – Période 2 59
Tableau 19. Coefficients correcteurs de surface 60
Tableau 20. Données brutes des oiseaux retrouvés 60
Tableau 21. Données brutes des chiroptères retrouvés 60
Tableau 22. Résultat des estimations par indicateur et par période 61
Tableau 23. Statut des espèces d'oiseaux retrouvées 63
Tableau 24. Statut des espèces de chiroptères retrouvées 64

Tableau 25. Propositions de modalités de bridage 64
Tableau 26. Activité chiroptérologique selon l'avancée de la nuit 76

LISTRE DES CARTES

Carte 1. Situation du parc éolien à l'échelle de l'aire d'étude éloignée 8
Carte 2. Localisation de l'aire d'étude – Fond SCAN 25 9
Carte 3. Localisation de l'aire d'étude – Fond orthophoto 19
Carte 4. Réseau Natura 2000 22
Carte 5. Zones naturelles d'intérêt remarquable 27
Carte 6. Schéma Régional de Cohérence Écologique de Bourgogne 29
Carte 7. Schéma Régional Éolien de Bourgogne – Sensibilité avifaunistiques 31
Carte 8. Schéma Régional Éolien Bourgogne – Sensibilités chiroptérologiques 32
Carte 9. Contexte éolien (au 04/01/2023) 34
Carte 10. Surfaces prospectées lors du suivi de mortalité 38

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Schéma du gabarit d'une éolienne 7
Figure 2. Cas connus de collisions d'oiseaux avec les éoliennes en France entre 2003 et 2022 (Dürr, juin 2022) 10
Figure 3. Principales espèces retrouvées sous les éoliennes françaises entre 1997 et 2015, statuts de protection et de conservation (Marx, 2017) 10
Figure 4. Réactions des oiseaux en vol confrontés à un parc éolien sur leur trajectoire (d'après Albouy et al., 2001) 12
Figure 5. Bilan des chiroptères tués par les éoliennes en Europe depuis 2003 (Source : Tobias Dürr, juin 2022) 14
Figure 6. Bilan des chiroptères tués par les éoliennes en France depuis 2003 (Source : Tobias Dürr, juin 2022) 15
Figure 7. Schéma représentatif du protocole de passage sur la surface prospecté 37
Figure 8. Schéma représentatif des carrés concentriques dont la surface réellement prospectée est à renseigner pour le calcul du coefficient correcteur « a » : Éolienne. 39
Figure 9. Activité chiroptérologique toutes espèces confondues sur l'ensemble de l'année (nombre moyen de contacts par heure de nuit) (en bas : zoom sur les activités de 0 à 5 contacts par heure) 43
Figure 10. Niveaux d'activité toutes espèces confondues sur l'ensemble de l'année (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité) 43
Figure 11. Activité chiroptérologique toutes espèces confondues en transit printanier (nombre moyen de contacts par heure de nuit) (en bas : zoom sur les activités de 0 à 6 contacts/heure). 44
Figure 12. Niveaux d'activité toutes espèces confondues en transit printanier (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité) 44
Figure 13. Activité chiroptérologique des Pipistrelles en transit printanier (nombre moyen de contacts par heure de nuit) 44
Figure 14. Niveaux d'activité du groupe des Pipistrelles transit printanier (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité) 45
Figure 15. Activité chiroptérologique des Sérotules en transit printanier (nombre moyen de contacts par heure de nuit) 45
Figure 16. Niveaux d'activité du groupe des sérotines et noctules en transit printanier (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité) 45
Figure 17. Activité chiroptérologique toutes espèces confondues en parturition (nombre moyen de contacts par heure de nuit) 47
Figure 18. Niveaux d'activité toutes espèces confondues en parturition (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité) 47
Figure 19. Activité chiroptérologique du groupe des sérotines et noctules en parturition (nombre moyen de contacts par heure de nuit) (en bas : zoom sur les contacts horaires inférieurs à 20) 47
Figure 20. Niveaux d'activité du groupe des sérotines et noctules en parturition (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité) 47
Figure 21. Activité chiroptérologique du groupe des pipistrelles en parturition (nombre moyen de contacts par heure de nuit) 48
Figure 22. Niveaux d'activité du groupe des pipistrelles en parturition (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité) 48
Figure 23. Activité chiroptérologique toutes espèces confondues en transit automnal (nombre moyen de contacts par heure de nuit) (en bas : zoom sur les activités inférieures à 18 contacts/heure) 49
Figure 24. Niveaux d'activité toutes espèces confondues en transit automnal (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité) 49
Figure 25. Activité chiroptérologique du groupe des pipistrelles en transit automnal (nombre moyen de contacts par heure de nuit) 50
Figure 26. Niveaux d'activité du groupe des pipistrelles en transit automnal (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité) 50
Figure 27. Activité chiroptérologique du groupe des sérotines et noctules en transit automnal (nombre moyen de contacts par heure de nuit) 50
Figure 28. Niveaux d'activité du groupe des sérotules en transit automnal (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité) 50
Figure 29. Activité chiroptérologique en hauteur en fonction de la température 51
Figure 30. Activité chiroptérologique en hauteur en fonction de la vitesse du vent 52
Figure 31. Évolution de l'activité chiroptérologique selon l'avancée de la nuit 53
Figure 32. Estimation de la mortalité sur le parc (4 éoliennes) – Période 1 61
Figure 33. Figure 29. Estimation de la mortalité sur le parc (4 éoliennes) – Période 1 61
Figure 34. Mortalité estimée rapportée par éolienne – Période 1 61
Figure 35. Mortalité estimée rapportée par éolienne – Période 2 61
Figure 36. Répartition par éolienne des cas de mortalité constatés 62
Figure 37. Phénologie des cas de mortalité constatés 62
Figure 38. Mise en relation de l'activité chiroptérologique par groupe et des cas de mortalité constatés 63

INTRODUCTION

Le parc éolien des Clérimois, constitué de quatre aérogénérateurs, est situé sur la commune du même nom, dans le département de l'Yonne (89).

En **activité depuis 2011**, il est aujourd'hui géré par **la société Boralex**.

La mise en place d'un **suivi environnemental** est une **obligation réglementaire**, encadrée par l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des ICPE. Le suivi doit être **conforme au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres** reconnu par le ministère en charge des installations classées, dont la dernière version date de 2018.

Les oiseaux et les chiroptères sont reconnus comme étant les taxons les plus sensibles au développement des parcs éoliens. Ces derniers peuvent provoquer des collisions avec des individus en vol, des pertes et fragmentations d'habitats ou des perturbations comportementales, toutes liées à la présence d'aérogénérateurs et à leurs lieux d'implantation.

Cette étude, menée en 2022, s'attache donc à **évaluer les impacts de ce parc sur ces deux taxons**, dix ans après sa mise en exploitation. Conformément au protocole de 2018, l'étude a consisté en un **suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères** couplé à un **enregistrement de l'activité des chiroptères** à hauteur de nacelle en continu.

CHAPITRE 1. PRÉSENTATION ET CADRAGE DU SUIVI

1.1 Présentation du parc éolien

1.1.1 Situation géographique

Le parc éolien des Clérimois est constitué de **quatre aérogénérateurs**, implanté au sud du finage de la commune des Clérimois, dans le département de l'Yonne (89).

Carte 1 - Situation du parc éolien à l'échelle de l'aire d'étude éloignée p.8
Carte 2 - Localisation de l'aire d'étude p.9

1.1.2 Contexte réglementaire et objectif du suivi

Le parc éolien des Clérimois a été **mis en activité en 2011.**

Conformément à *l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des ICPE* et aux engagements pris par BORALEX, un **suivi environnemental** doit être réalisé dans les douze mois après la mise en service du parc et doit être **renouvelé tous les dix ans**. Ainsi, le suivi de 2022 correspond au renouvellement du suivi du parc dix ans après le premier suivi.

Conformément **au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres** reconnu par le ministère en charge des installations classées, dont la dernière version date de 2018, l'étude a consisté en un **suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères** couplé à un **enregistrement de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle en continu**.

Il a pour objectif **d'étudier l'impact des éoliennes sur ces deux groupes** et de **proposer des mesures correctives si besoin.**

1.1.3 Les aérogénérateurs

Descriptif général

Une éolienne est un capteur de vent dont la force actionne les pales d'un rotor. L'énergie mécanique est ainsi transformée en énergie électrique et acheminée dans le réseau électrique local afin d'être redistribuée.

Tableau 1. Caractéristique technique des éoliennes

Éolienne	Coordonnées GPS (WGS 84)		Modèle	Hauteur totale (bout de pales)	Hauteur nacelle	Diamètre rotor	Garde au sol (ou hauteur bas de pale)
	X	Y					
E1	48.21292	3.44047	Senvion MM92	126 m	78,5 m	92 m	34 m
E2	48.21138	3.4438	Senvion MM92	126 m	78,5 m	92 m	34 m
E3	48.20979	3.4474	Senvion MM92	126 m	78,5 m	92 m	34 m
E4	48.20809	3.45108	Senvion MM92	126 m	78,5 m	92 m	34 m

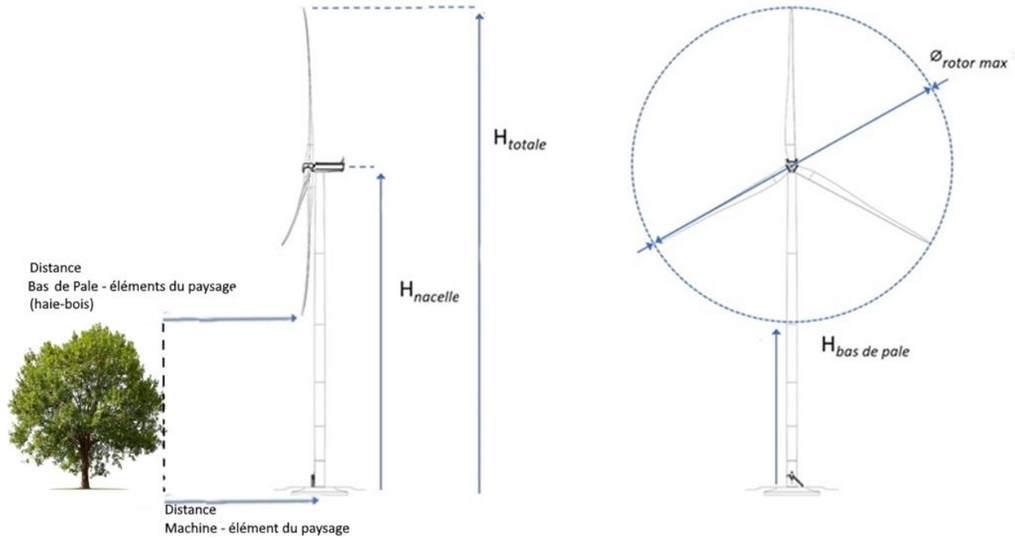


Figure 1. Schéma du gabarit d'une éolienne

Le mât

Il est constitué de tubes d'acier relié au sol par l'intermédiaire d'une fondation constituée d'un fût (seule partie éventuellement visible) fixé sur le socle au sol.

Le rotor et les pales

Le rotor se compose de trois pales, constituées de matière plastique renforcée de fibre de verre. Elles sont entraînées par le vent et transfèrent le mouvement rotatif à l'arbre de rotor présent sur la nacelle.

Les pales peuvent être orientées individuellement et s'adapter de manière optimale à la vitesse du vent.

La nacelle

La nacelle est l'arbre sur lequel repose le palier principal. Ce palier supporte le poids ainsi que la pression de poussée du rotor. Ce mouvement rotatif est transféré par le biais de l'arbre, dans le multiplicateur.

Le multiplicateur convertit la faible vitesse de rotation des pales en une vitesse plus élevée permettant à la génératrice de produire de l'électricité.

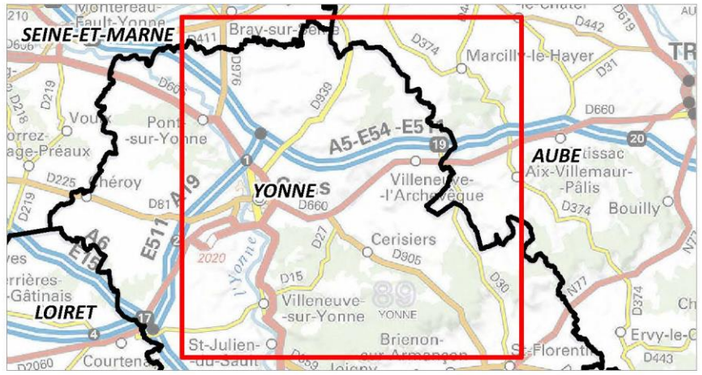
La nacelle est posée sur un roulement au sommet du mât, afin qu'elle puisse toujours s'orienter dans la direction du vent.

BORALEX

Parc éolien des Clérimois (89)

Suivi environnemental

Situation du parc éolien
à l'échelle de l'aire d'étude éloignée



Aires d'étude

- Zone d'étude
- Aire d'étude immédiate (600 m)
- Aire d'étude rapprochée (6 km)
- Aire d'étude éloignée (20 km)

Limtes administratives

- Limite départementale

Parc éolien actuel

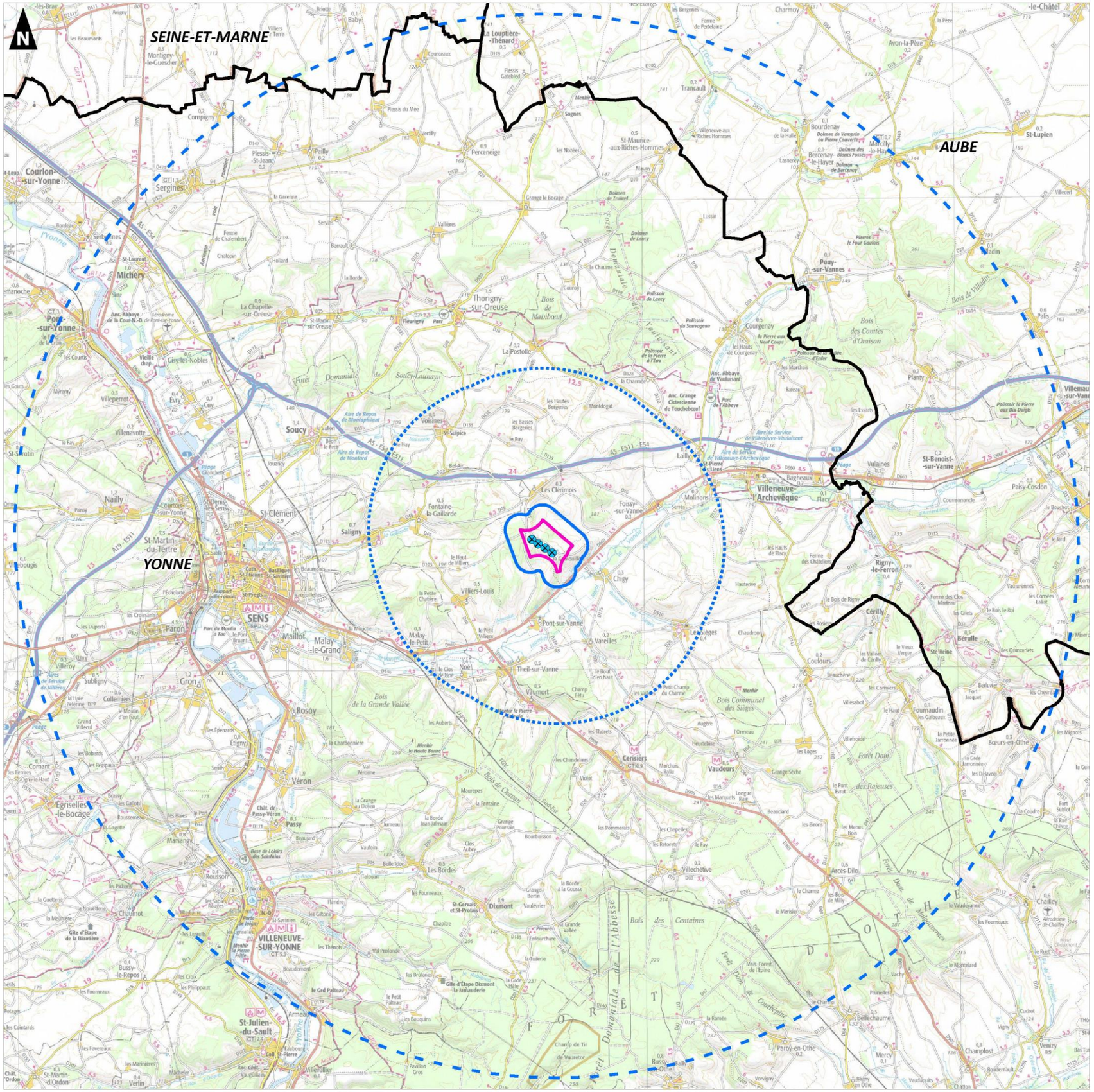
- Eolienne en service

0 5 10 15

Kilomètres

auddicé

Réalisation : AUDDICE, mai 2023
Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et SCAN 1000
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BORALEX - AUDDICE, 2022



Parc éolien des Clérimois (89)

Suivi environnemental

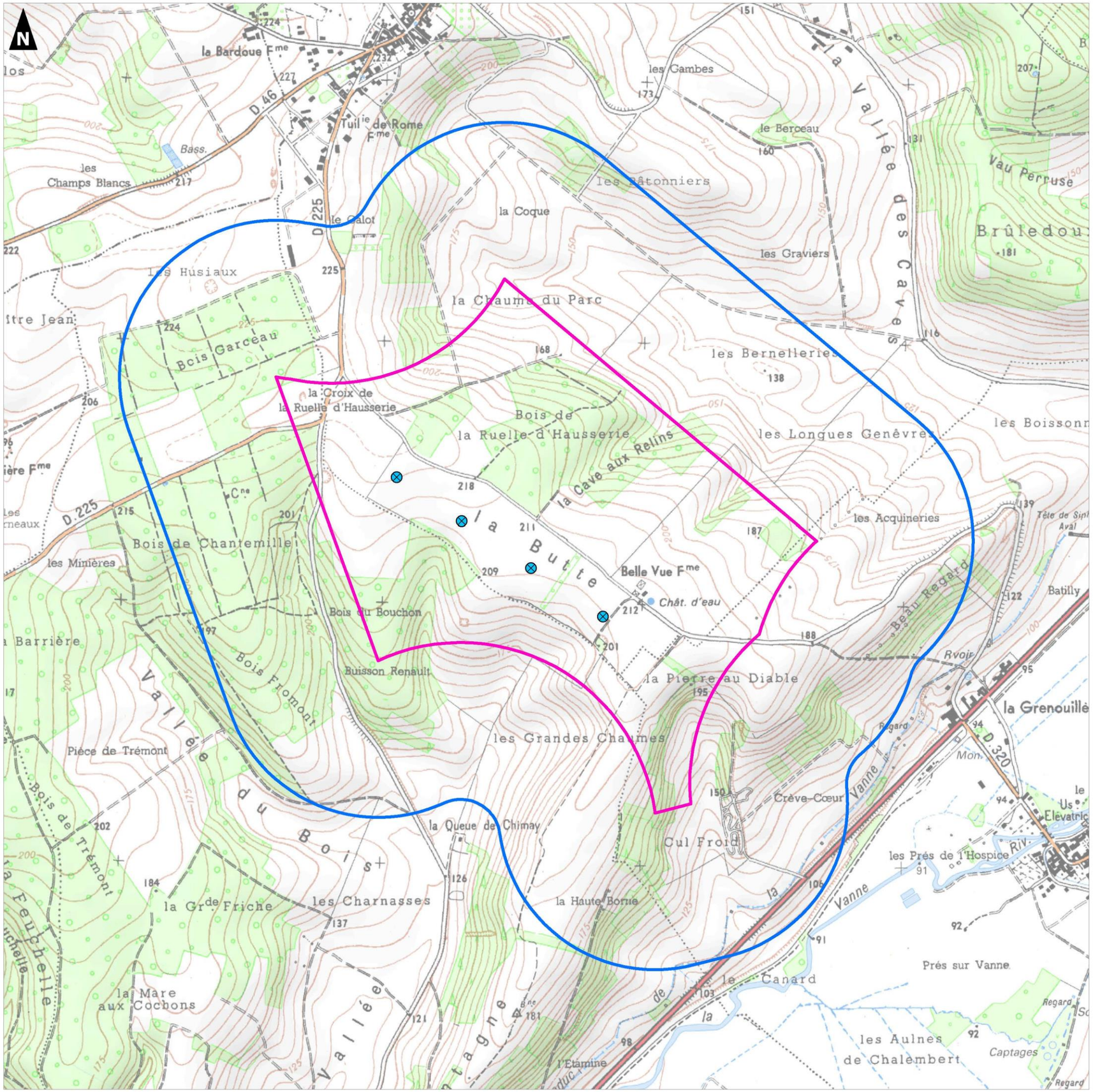
Carte de terrain

Aires d'étude

- Zone d'étude
- Aire d'étude immédiate (600 m)

Parc éolien actuel

- Eolienne en service



0 0,5 1

Kilomètres

Réalisation : AUDDICE, mai 2023
Sources de fond de carte : IGN SCAN 25
Sources de données : BORALEX - AUDDICE, 2022

1.2 Bibliographie générale sur les impacts en phase d'exploitation

1.2.1 Impacts sur l'avifaune

■ Impacts directs des éoliennes - Collisions

La mortalité des oiseaux résulte de collisions avec les pales, avec la tour ou la nacelle lorsque la visibilité est limitée mais également, pour les petits passereaux, de barotraumatismes. Le risque de collision est directement corrélé à l'activité avifaunistique à proximité du parc éolien. C'est la raison pour laquelle les espèces sédentaires ou qui utilisent régulièrement voire quotidiennement l'emprise d'un parc présentent un plus fort risque de collision que les oiseaux migrateurs exposés une à deux fois l'an (Hötker et al. 2005 ; Drewitt & Langston, 2006 ; Pearce-Higgins et al., 2008 ; Krijgsveld et al., 2009 ; Langgemach & Dürr, 2013).

Rydell et al. (2012) estiment que les éoliennes provoquent en moyenne, en Europe et en Amérique du Nord, la mort de **2,3 oiseaux par machine et par an**. La mortalité réelle due aux éoliennes n'est, quant à elle, estimée que pour très peu de parcs français, souvent localisés dans des ZPS ou présentant de fortes sensibilités avi-faunistiques. L'analyse des suivis de mortalité effectués en France de 1997 à 2015 (Marx, 2017) donne une moyenne 2,2 oiseaux tués par éolienne et par année de suivi et une estimation de la mortalité réelle, basée cependant sur un échantillonnage faible, qui varie **de 0,3 à 18,3 oiseaux tués par éolienne et par an, avec une médiane à 4,5 et une moyenne à 7.** Ces estimations corroborent celles établies aux États-Unis (Loss et al., 2013) et au Canada (Canada Bird Studies, 2016). Les impacts directs fluctuent donc sensiblement d'un parc à l'autre. Toutefois, à l'échelle d'un parc, un faible taux de mortalité peut générer des incidences écologiques significatives, notamment pour les espèces menacées ou à maturité lente et à faible productivité annuelle (Carrete et al., 2009 ; Dahl et al., 2012 ; Balotari-Chiebao et al., 2016 ; Duriez et al., 2018).

La figure ci-après, récapitule par grands groupes d'oiseaux, le nombre de cas connus de collisions avec des éoliennes en France et le nombre d'espèces associées, d'après la dernière base de données du Ministère du Développement Rural, de l'Environnement et de l'Agriculture de l'Etat fédéral de Brandenburg (Allemagne) qui répertorie l'ensemble des cas connus de collisions en Europe (Dürr, 2022). D'après cette base de données, 15 906 cadavres d'oiseaux victimes de collisions avec des éoliennes ont déjà été signalés en Europe depuis 2003, **dont 1 876 en France** (mise à jour de juin 2022).

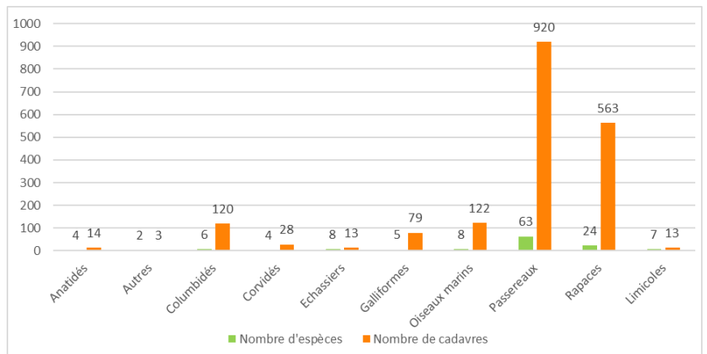


Figure 2. Cas connus de collisions d'oiseaux avec les éoliennes en France entre 2003 et 2022 (Dürr, juin 2022)

D'après la synthèse des collisions par espèce en France réalisée par Marx (2017), les roitelets à triple bandeau et les martinets noirs, sont les espèces les plus retrouvées en valeur absolue sous les éoliennes françaises principalement lors de la migration postnuptiale. Les rapaces diurnes (faucon crécerelle, faucon crécerellette, milan noir, milan royal, busard cendré, buse variable, etc.) sont assurément les espèces dont le taux de mortalité dû aux éoliennes est le plus élevé au regard de leurs populations. Les Laridés (mouettes et goélands) présentent également une forte sensibilité au risque de collision, notamment sur les parcs éoliens littoraux où leurs cadavres sont retrouvés en nombre important. Ces résultats illustrent bien la grande variabilité interspécifique concernant la sensibilité à l'éolien.

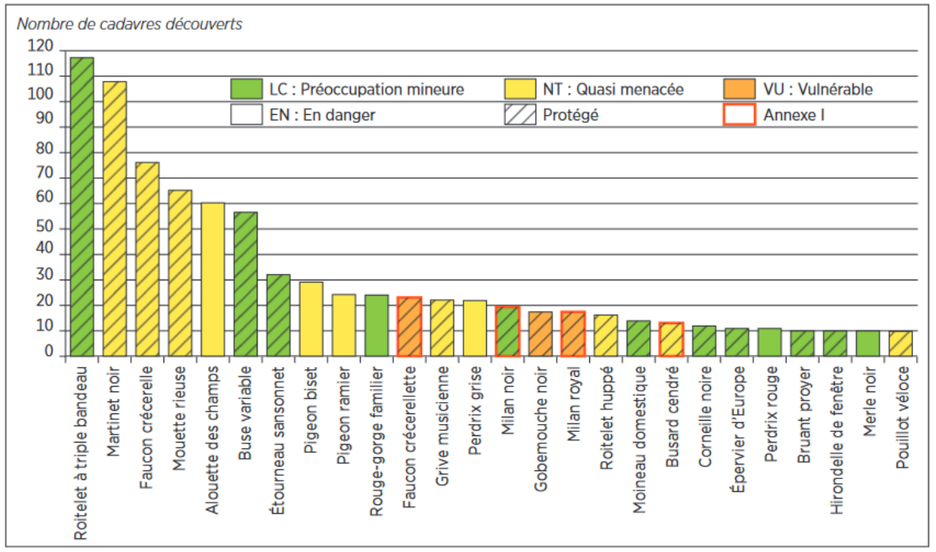


Figure 3. Principales espèces retrouvées sous les éoliennes françaises entre 1997 et 2015, statuts de protection et de conservation (Marx, 2017)

Toutefois, les oiseaux présentant les taux de collision les plus élevés, tels que certaines espèces de passereaux, ont généralement des populations de grande taille. La mortalité associée aux éoliennes n'a donc bien souvent pas d'impact significatif au niveau populationnel sur ces espèces (Zimmerling et al., 2013).

Les espèces nocturnes ou celles au vol rapide comme les canards présentent un comportement d'évitement plus faible et un taux de mortalité par conséquent plus élevé (Grünkorn, 2013). Sont également plus vulnérables les espèces présentant des comportements de parades marqués telles que les Alouettes des champs (Morinha et al., 2014) qui évoluent alors à hauteur de pale d'éoliennes sans prêter attention aux machines.

Enfin, de nombreuses études ont montré que les rapaces étaient particulièrement vulnérables aux collisions avec les éoliennes (Baisner et al., 2010 ; de Lucas et al., 2012a ; Martínez-Abraín et al., 2012 ; Dahl et al., 2012 & 2013). D'autres études menées en Europe ont constaté quant à elles des cas de mortalité relativement peu nombreux (Dürr, 2003 ; Percival, 2003 ; Hötker et al., 2006). Néanmoins, ce taxon est considéré comme étant particulièrement vulnérable car il est majoritairement composé d'espèces de grande taille, dont la durée de vie est longue, la productivité annuelle faible et/ou dont la maturité est lente (Langston et Pullan, 2003). Ces caractéristiques les rendent en effet peu aptes à compenser toute mortalité additionnelle. Par conséquent, d'infimes augmentations

des taux de mortalité peuvent avoir une influence significative sur les populations de rapaces (Ledec et al., 2011 ; Dahl et al., 2012). Bellebaum et al. (2013) ont ainsi montré que le développement éolien pourrait causer à terme le déclin des populations de Milan royal dans la province de Brandebourg en Allemagne.

A l'inverse, les espèces présentant les risques de collision les plus faibles sont celles passant l'essentiel de leur vie au sol, tels que les galliformes (Brennan et al., 2009 ; Winder et al., 2013).

Outre les cas de collisions, d'autres impacts des éoliennes, indirects cette fois, existent sur les populations d'oiseaux. Bien qu'étant moins documentés, leurs effets peuvent avoir des conséquences non négligeables sur la nidification, les déplacements locaux ou encore les phénomènes migratoires des oiseaux.

■ Impacts indirects des éoliennes

Durant la **phase d'exploitation**, il existe principalement trois types d'impacts indirects d'un projet éolien sur l'avifaune : Dérangement/modification de l'utilisation des habitats, l'évitement en vol (pour les espèces migratrices) et la perturbation des déplacements locaux (espèces nicheuses, sédentaires ou hivernantes).

• Modification de l'utilisation des habitats

Les comportements d'évitement déjà observés en phase chantier peuvent perdurer voire s'aggraver lors de la phase d'exploitation et provoquer ainsi la perturbation des domaines vitaux des espèces aviennes locales et notamment leur déplacement vers des habitats sous optimaux (Rees, 2012).

Ces réactions d'évitement varient là encore grandement selon les espèces considérées. Des résultats divergents apparaissent aussi parfois entre études pour une même espèce ce qui suggère l'importance du contexte écologique et géographique ainsi que des caractéristiques techniques des parcs éoliens.

Globalement, les réactions d'évitement semblent plus fortes pour les oiseaux hivernants ou en halte migratoire que pour les oiseaux nicheurs (Winkelbrandt et al., 2000 ; Hötker et al., 2005 ; Reichenbach & Steinborn, 2006 ; Steinborn et al., 2011). Cependant, à la différence des oiseaux nicheurs, ceux-ci peuvent utiliser des sites alternatifs, à condition qu'ils soient présents dans les environs des parcs éoliens concernés (Schuster et al., 2015).

Des réactions d'évitement ont ainsi été constatées pour des Cygnes de Bewick hivernant à proximité de parcs éoliens aux Pays-Bas (Fijn et al., 2012), pour le Faisan de Colchide en Grande-Bretagne (Devereux et al., 2008), pour le Courlis cendré en Allemagne (Steinborn et al., 2011) ou encore pour certains passereaux de milieux ouverts en Amérique du Nord (Stevens et al., 2013).

Plusieurs synthèses bibliographiques sur les espèces d'oiseaux sensibles à l'éolien (Hötker et al., 2006 ; Langgemach & Dürr, 2012 ; Rydell et al., 2012 ; Devereux et al., 2008 ; Steinborn et al., 2011 ; Fijn et al., 2012 ; Stevens et al., 2013) mettent également en évidence une perte de zones de repos en particulier chez les oiseaux d'eau (anatidés, limicoles et laridés) avec parfois une désertion totale du parc éolien. Par exemple, les limicoles tels que le Pluvier doré ou encore le Vanneau huppé sont des espèces très sensibles vis-à-vis de l'effarouchement. Il a d'ailleurs été montré que la méfiance des oiseaux était souvent plus grande lorsqu'ils étaient en groupe (Winkelbrandt et al., 2000). En période hivernale, le Vanneau huppé se tient en effet à une distance de 260 m des éoliennes et le Pluvier doré ne s'approche généralement pas à moins de 175 mètres des machines (Hötker et al., 2006).

Néanmoins, cette sensibilité des oiseaux hivernants est loin d'être une généralité et, selon les caractéristiques des parcs éoliens étudiés, des conclusions différentes ont parfois été obtenues. Ainsi, Devereux et al. (2008) par exemple n'ont pas constaté de signes d'évitement de la part de la majorité des oiseaux hivernants dans les plaines agricoles en Grande-Bretagne. La question de l'habituation des oiseaux aux éoliennes reste discutée, celle-ci étant établie par certains auteurs. Cependant, cette habituation accroît le risque de collision avec les éoliennes

Des résultats contrastés ont également été obtenus pour les oiseaux nicheurs, certaines études ne montrant pas d'effets négatifs des parcs éoliens sur le succès reproducteur (Reichenbach & Steinborn, 2006) ni sur la densité des oiseaux (Dulac et al., 2008 ; Douglas et al., 2011 ; Steinborn et al., 2011 ; Garcia et al., 2015) alors que d'autres ont mis en évidence une baisse significative des effectifs d'oiseaux nicheurs à proximité des aérogénérateurs (Pearce-Higgins et al., 2009 ; Shaffer & Buhl, 2015).

La perte ou la modification de l'habitat liée à la présence d'éolienne peuvent affecter le réseau trophique des populations d'oiseaux par une modification du nombre ou de l'accessibilité des proies présentes par exemple (Lowther, 2000 ; Strickland et al., 2000 ; Hoover et al., 2001 ; Smallwood et al., 2001) – et de la reproduction (Winder et al., 2014), mais aussi le niveau des densités d'oiseaux (Leddy et al., 1999 ; PearceHiggins et al., 2009 ; Zeiler & Gruenschachner-Berger, 2009 ; Winder et al., 2014 ; Miao et al., 2019) et la structure de leur peuplement (Kerlinger, 2000). Pearce-Higgins et al. (2009) ont notamment montré que cette réduction de la densité d'oiseaux nicheurs allait de 15 à 53% dans un rayon de 500m autour des machines, les espèces les plus impactées étant la Buse variable, le Busard Saint-Martin, le Pluvier doré, la Bécassine des marais et le Traquet motteux. Le dérangement en phase d'exploitation peut donc aboutir à une désertion de sites de reproduction et à un déplacement des oiseaux (Drewitt & Langston, 2006 ; PearceHiggins et al., 2012 ; Riols-Loyrette, 2015). Sur la base du suivi télémétrique en 3D d'aigles royaux réalisé pendant près de 3 ans, Itty et Duriez (2018) ont pu mettre en évidence une perte de territoire similaire, de l'ordre de 450 ha, et montrer un risque de collision élevé, de l'ordre de 30 à 45 %, quelles que soient les conditions aérologiques. Une étude similaire réalisée sur des milans royaux a également montré une perte d'habitat fonctionnel suite à l'implantation d'éoliennes au Portugal (Marques et al., 2017).

Des tendances similaires avaient déjà été dégagées en 1999 aux Etats-Unis par Leddy et al. avec une densité de passereaux nicheurs dans les prairies significativement plus élevée à plus de 180m des éoliennes.

Certaines espèces, dont les rapaces, utilisent de vastes zones d'alimentation et/ou de reproduction. L'installation d'éoliennes au sein de ces zones peut conduire à leur désaffection, entraînant ainsi une réduction de l'aire vitale et une fragilisation des effectifs locaux. Une étude menée dans le Wisconsin, aux Etats-Unis, a montré une diminution d'abondance des rapaces de l'ordre de 47% après construction d'un parc éolien, la majorité des individus étant observés à plus de 100m des machines (Garvin et al., 2011).

Cette perturbation des domaines vitaux liée à l'évitement des parcs éoliens est cependant controversée et semble varier selon les espèces et la période d'installation du parc. En effet, plusieurs études ont montré qu'un parc éolien pouvait faire partie intégrante du domaine vital pour bon nombre d'espèces (Aigle pomarin, Busards cendré et Saint-Martin, Faucon crécerelle, Milan royal, Pygargue à queue blanche, Vautour fauve, etc.) avec l'établissement de nids à seulement quelques centaines de mètres des mâts (Madders & Whitfied, 2006 ; Dahl et al., 2013 ; Hernández-Pliego et al., 2015).

- **Perturbation des trajectoires des migrateurs et des axes de déplacements locaux**

L'un des impacts indirects majeurs que provoque la mise en place de parcs éoliens est un **effet barrière** qui impacte d'une part les déplacements locaux et d'autre part les phénomènes migratoires. Ce second niveau d'effet peut être à l'origine d'une modification des voies de migration préférentielles des oiseaux, et par conséquent d'une augmentation de leurs dépenses énergétiques (Schuster et al., 2015), ou d'un risque accru de collision.

Plusieurs études scientifiques ont en effet démontré que la plupart des oiseaux identifiaient et évitaient les pales des éoliennes en rotation. Par exemple, sur le site d'essai de Tjaereborg au Danemark, des détections radars ont permis de connaître la réaction des oiseaux à la rencontre d'une éolienne de 2 Mégawatts avec un diamètre de rotor de 60 mètres (Pedersen & Poulson, 1991). Les études ont révélé que les passereaux et petits rapaces tendent à changer leur route de vol quelques 100 à 200 mètres avant d'arriver sur une éolienne, de façon à la survoler ou à la contourner.

Le rapport « Impact des éoliennes sur les oiseaux » (ONCFS, 2004) indique de même qu'en conditions normales, « les oiseaux ont manifestement la capacité de détecter les éoliennes à distance (environ 500 mètres) et adoptent un comportement d'évitement, qu'il s'agisse de sédentaires ou de migrateurs ».

Un suivi ornithologique du parc éolien de Port-la-Nouvelle (Albouy et al., 1997 & 2001), situé sur un axe migratoire important, a permis de mettre en évidence les stratégies de franchissement des éoliennes par les oiseaux migrateurs. Ainsi, différentes réactions sont possibles : une **bifurcation** (évitement du parc par l'une ou l'autre extrémité), un passage au niveau d'une **trouée** entre deux alignements d'éoliennes, une **traversée** simple entre deux éoliennes, un **survol** et un **plongeon**. Cependant, les modifications de trajectoire les plus courantes des oiseaux migrateurs sont la bifurcation (73 %) ou le survol (20 %). En règle générale, très peu de passages s'effectuent au travers des éoliennes quand elles sont toutes en mouvement. En revanche, les oiseaux perçoivent le non-fonctionnement d'une éolienne et peuvent alors s'aventurer à travers les installations. Ce comportement est de nature à accentuer le risque de collision avec les pales immobiles et les pales mobiles voisines.

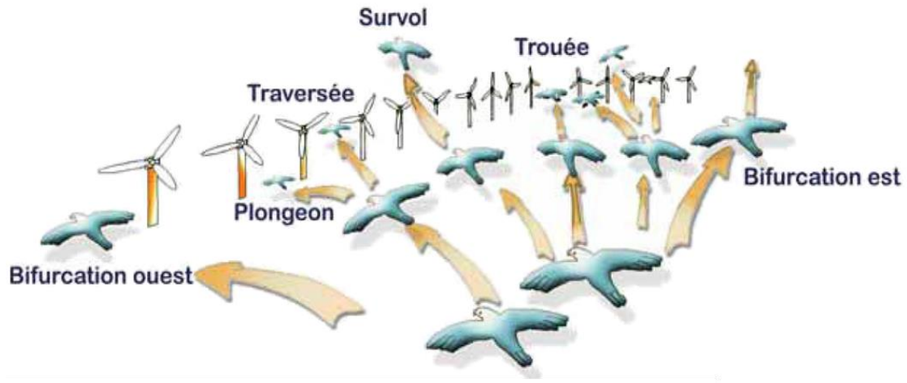


Figure 4. Réactions des oiseaux en vol confrontés à un parc éolien sur leur trajectoire (d'après Albouy et al., 2001)

Des comportements d'évitement et de perturbation des axes de vol ont été observés pour de nombreuses espèces et groupes d'espèces et notamment pour les espèces migratrices, les oiseaux à grand gabarit comme les oiseaux d'eau (laridés, anatidés, ardéidés, limicoles), les rapaces et les colombidés (Albouy et al., 2001 ; Drewitt & Langston, 2006 ; Hötker, et al., 2006 ; Tellería, 2009 ; LPO Champagne-Ardenne, 2010 ; Steinborn et al., 2011 ; Fijn et al., 2012 ; Everaert, 2014 ; Schuster et al., 2015).

Les espèces effectuant des migrations journalières au-dessus des parcs éoliens sont elles aussi particulièrement affectées. C'est notamment le cas des Grues cendrées et de plusieurs espèces d'oies et de limicoles (Hötker et al., 2005) mais aussi de la Cigogne noire qui peut parcourir 20 km chaque jour entre son nid et ses zones d'alimentation et pour laquelle la construction de parcs éoliens peut altérer les routes de vol (Langgemach & Dürr, 2012).

Plus généralement, cette sensibilité accrue s'étend à la majorité des espèces dont le territoire s'étend sur plusieurs habitats. C'est notamment le cas de certains rapaces qui utilisent les milieux ouverts comme territoire de chasse et nichent au sein des zones boisées.

Une étude menée par la LPO Champagne-Ardenne sur 5 parcs éoliens champenois (2010) a montré que 57% des migrateurs contactés ont réagi à l'approche des éoliennes en contournant le parc, en modifiant leur altitude de vol voire en faisant demi-tour. Cette étude confirme les travaux scientifiques mentionnés ci-dessus car les espèces présentant les réactions d'effarouchement les plus vives en vol étaient majoritairement des espèces migratrices volant en groupes tels que les Grands Cormorans, les Grues cendrées, les Pigeons ramiers ou encore les Vanneaux huppés. En revanche, les rapaces se sont montrés peu farouches vis-à-vis des éoliennes au cours de ce suivi, modifiant peu leurs trajectoires à l'approche des machines.

Si ce comportement d'évitement est un point positif dans la mesure où il permet éventuellement à un oiseau d'éviter une collision, certaines répercussions en découlent néanmoins :

Une modification de trajectoire qui pourra conduire les oiseaux vers d'autres obstacles (autres éoliennes, lignes haute tension notamment).

L'allongement de trajectoire lors des migrations, en particulier lors d'une déviation verticale et brutale ou amorcée à courte distance, nécessite une dépense énergétique plus importante et peut être un facteur d'épuisement des oiseaux. En effet, les réserves calorifiques sont particulièrement précieuses en périodes de migration.

Néanmoins, une revue de la littérature effectuée par Drewitt & Langston (2006) suggère que les effets barrière identifiés à ce jour n'ont pas d'impact significatif sur les populations à condition que les parcs éoliens ne bloquent pas de routes de vol régulières entre zones d'alimentation et de nidification et que plusieurs parcs n'interagissent pas de façon cumulée, créant une barrière si longue qu'elle provoquerait des bifurcations de plusieurs dizaines de kilomètres et donc des coûts énergétiques supplémentaires non négligeables.

Se pose ainsi la question des impacts cumulatifs, liés au développement de l'éolien dans certaines régions et certains pays, sur les populations d'oiseaux. Pearce-Higgins et al. (2008) envisagent par exemple dans le futur des impacts significatifs sur les populations de Pluvier doré.

Facteurs influençant la sensibilité des oiseaux aux éoliennes

• Caractéristiques du parc éolien

Plusieurs caractéristiques inhérentes au parc éolien telles que le modèle et la taille des machines (mât et pales), le nombre d'éoliennes ou encore la configuration spatiale du parc, ont un impact non négligeable sur les taux de collision et les perturbations de l'avifaune locale et migratrice.

Concernant la taille des machines, plusieurs auteurs ont suggéré un impact négatif plus important pour les éoliennes présentant des mâts de grande taille : augmentation des risques de collision (Loss et al., 2013), processus d'habituation moins faciles (Madsen & Boertmann, 2008) ou encore augmentation de la distance d'évitement notamment pour les oiseaux hivernants ou en halte migratoire (Hötker et al., 2006).

La hauteur du bas des pales revêt également une importance non négligeable dans le risque de collision, notamment pour certains rapaces des milieux ouverts et semi-ouverts agricoles : Faucon crécerelle, milans et busards.

Dürr (2011) a quant à lui observé une mortalité moins importante pour les éoliennes dont les mâts présentaient un gradient de couleur (vertes à la base, gris/blanc au sommet) qu'il explique par une meilleure visibilité des machines pour les oiseaux évoluant à basse altitude.

Néanmoins, c'est certainement le choix de la configuration spatiale du parc qui revêt le plus d'importance. Larsen & Madsen (2000) ont montré des impacts plus faibles sur l'avifaune (en termes de mortalité) lorsque les éoliennes sont placées en lignes ou agrégées en petits blocs compacts, en particulier lorsqu'elles sont disposées le long d'infrastructures existantes. L'orientation des lignes d'éoliennes est également très importante. D'après un rapport publié par la LPO Champagne-Ardenne en 2010, il faut éviter les parcs implantés perpendiculairement aux couloirs de migration, qui créent un effet barrière, ainsi que le croisement de deux lignes d'éoliennes à l'origine d'effets « entonnoir ». Ce type d'agencement des éoliennes augmente en effet les risques de collision.

• Caractéristique du site

Le facteur ayant la plus grande influence sur l'intensité des impacts négatifs des éoliennes sur les oiseaux est certainement le choix du site d'implantation. Différents critères sont à prendre en compte afin de réduire les risques de collision et de perturbation de l'avifaune :

> La topographie

Ce critère est particulièrement important pour les rapaces dont les couloirs de vol sont dictés par le relief et les vents dominants. Les espèces de ce taxon utilisent en effet bien souvent les courants d'air ascendants existant au niveau des zones de relief pour s'élever dans les airs. Les rapaces ont donc tendance à voler plus bas au niveau des sommets, des crêtes et des falaises et ainsi à être plus vulnérables si des éoliennes venaient à être implantées à proximité de ces éléments topographiques (Katzner et al., 2012).

> Le contexte écologique et paysager du site

De façon générale, il a été montré que plus un site était naturel (i.e. bordé d'habitats relativement préservés de toute activité anthropique), plus les espèces y vivant étaient sensibles au risque éolien (Pearce-Higgins et al., 2009).

Un regard doit donc être porté sur les habitats naturels présents dans et autour du parc et sur leurs potentialités d'accueil en tant que zones de halte migratoire, sites de nidification ou encore zones de gagnage.

Un autre aspect important à prendre en considération est la présence de couloirs de migration importants à proximité. Ces couloirs suivent bien souvent des éléments paysagers facilitant l'orientation des oiseaux tels que les vallées, les boisements et les zones de relief.

Enfin, l'abondance et la sensibilité des espèces locales est à considérer étant donné la grande spécificité des impacts des éoliennes sur les différents groupes d'oiseaux.

En résumé, les parcs éoliens situés le long de couloirs migratoires ou de routes de vol, sur les pentes de collines ou les crêtes de montagne ou encore ceux implantés au sein d'habitats de qualité pour la reproduction ou le nourrissage des oiseaux, sont ceux qui présentent les taux de mortalité les plus élevés (Drewitt & Langston, 2006 ; Everaert & Steinen, 2007 ; de Lucas et al., 2008 ; Hötker, 2008 ; Smallwood et al., 2007 ; Smallwood et al., 2009 ; Telleria, 2009). Par conséquent, une mauvaise planification spatiale peut résulter en une concentration disproportionnée de la mortalité aviaire sur quelques parcs (Tarfia & Navarra en Espagne, Buffalo Ridge & APWRA aux Etats-Unis) alors que d'autres parcs implantés dans des zones de faible activité avifaunistique (en Irlande et Grande-Bretagne notamment) présentent au contraire des taux de mortalité bien plus faibles que ceux enregistrés en Europe et aux Etats-Unis (Tosh et al., 2014).

• Caractéristiques des espèces

Plusieurs études ont identifié les Ansériformes (canards, oies et cygnes), les Charadriiformes (limicoles), les Falconiformes (rapaces), les Strigiformes (rapaces nocturnes) et les Passereaux comme étant les taxons les plus impactés par les risques de collision (Johnson et al., 2002 ; Stewart et al., 2007 ; Kuvlesky et al., 2007 ; Drewitt & Langston, 2008 ; Ferrer et al., 2012 ; Bull et al., 2013 ; Hull et al., 2013).

La vulnérabilité des espèces d'oiseaux face au risque de collision varie en fonction d'une combinaison de facteurs incluant leur morphologie, leur écologie, leur phénologie, leur comportement ou encore leurs facultés de perception sensorielle (Smallwood et al., 2009 ; Carette et al., 2012 ; Marques et al., 2014). La plupart de ces caractéristiques ont déjà été abordées dans les paragraphes précédents.

L'exemple des rapaces en est une bonne illustration. En effet, plusieurs caractéristiques de ce taxon sont à l'origine de leur importante vulnérabilité vis-à-vis des éoliennes (Barrios & Rodriguez, 2004 ; Dürr, 2009 ; Camiña, 2011 ; Katzner et al., 2012 ; Bellebaum et al., 2013 : Schuster et al., 2015) : le type de vol pratiqué (faible manœuvrabilité liée à la pratique majoritaire du vol plané, bien souvent à hauteur de pales), le comportement de chasse particulièrement risqué (attention moins grande lorsqu'ils se focalisent sur leur proie), les interactions intraspécifiques (et notamment les parades en vol), leur habitat (les parcs éoliens sont bien souvent situés en plaine agricole qui constitue leur zone de chasse préférentielle), etc.

- **Facteurs saisonniers et météorologiques**

L'activité de vol des oiseaux, et potentiellement leur risque de collisions, varient selon les saisons. Ainsi, des pics de mortalité ont été enregistrés pour les passereaux et les rapaces aux Etats-Unis et en Europe durant les périodes de migration, notamment à l'automne, ainsi que lors du nourrissage des jeunes et des parades nuptiales (Barrios & Rodriguez, 2004 ; Dürr, 2009 ; Camiña, 2011 ; de Lucas et al., 2012b). La plus grande vulnérabilité des espèces en migration s'explique probablement par la présence de grands rassemblements d'oiseaux sur un territoire limité et par la méconnaissance de ces espèces du risque lié aux éoliennes (Drewitt & Langston, 2008).

Les rapaces sont également particulièrement vulnérables durant les périodes automnale et hivernale lorsque les températures sont faibles et les ascendances thermiques limitées, les contraignant à voler à plus basse altitude à la recherche de courants d'air ascendants créés par les zones de relief (Barrios & Rodriguez, 2004 ; Camiña, 2011 ; Katzner et al., 2012).

Les conditions météorologiques sont elles aussi connues pour influencer le risque de collision des oiseaux avec les éoliennes. Davantage de collisions sont enregistrées lors de mauvais temps (vents forts, pluie, brouillard, nuages bas) que de beau temps (Winkleman 1992 ; Drewitt & Langston, 2006). Ceci s'expliquerait par une tendance des oiseaux à voler plus bas lors de conditions météorologiques défavorables (Drewitt & Langston, 2008).

Les risques de collision des oiseaux ainsi que le dérangement lié à la mise en place d'éoliennes conduit donc à d'interactions complexes entre ces différents facteurs (Marques et al., 2014). La conception des parcs éoliens doit donc combiner plusieurs mesures, adaptées aux spécificités de chaque site, pour atténuer ces impacts négatifs.

1.2.2 Impacts sur les chiroptères

Même si les impacts des éoliennes ont été étudiés bien plus tardivement chez les chauves-souris que chez les oiseaux, il est maintenant admis qu'elles sont elles aussi affectées, de manière directe ou indirecte, par la présence d'aérogénérateurs (Tosh et al., 2014).

■ Impacts directs : collisions et barotraumatisme

Il est prouvé aujourd'hui que les taux de mortalité des chauves-souris peuvent dépasser ceux des oiseaux dans la plupart des parcs éoliens (Schuster et al., 2015). Selon Rydell et al. (2012), le nombre moyen de chauves-souris tuées par les éoliennes en Europe et en Amérique du Nord est ainsi de 2,9 individus par machine et par an contre 2,3 pour les oiseaux.

Sur 26 études réalisées en Europe entre 1997 et 2007, 20 espèces de chauves-souris au total ont été victimes de collisions et 21 sont considérées comme potentiellement concernées (Rodrigues et al., 2008).

La figure ci-après récapitule, espèce par espèce, le nombre de cas connus de collisions de chauves-souris avec des éoliennes en France d'après la dernière base de données du Ministère du Développement Rural, de l'Environnement et de l'Agriculture de l'Etat fédéral de Brandenburg (Allemagne) qui répertorie l'ensemble des cas connus de collisions en Europe (Dürr, 2022).

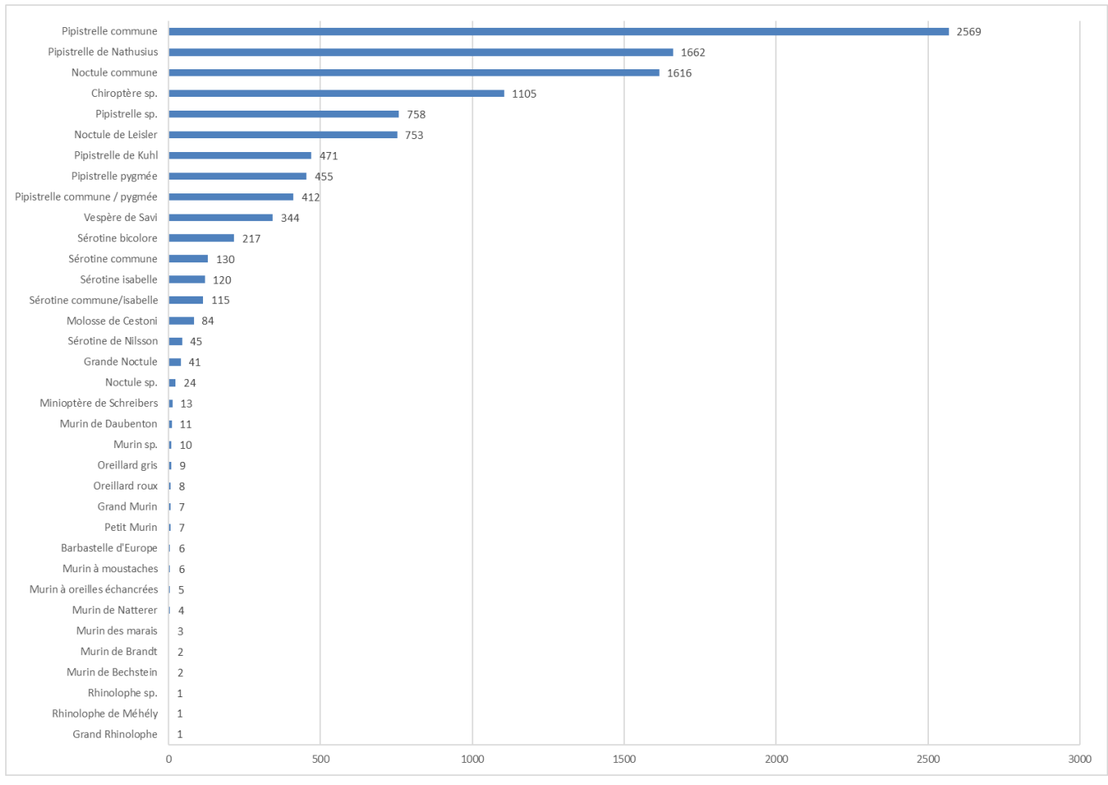


Figure 5. Bilan des chiroptères tués par les éoliennes en Europe depuis 2003 (Source : Tobias Dürr, juin 2022)

En Europe, 11 017 cadavres de chauves-souris victimes des éoliennes ont été répertoriés entre 2003 et 2022. Les espèces les plus impactées sont les Pipistrelles - notamment la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) avec 2 569 cas répertoriés et la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) avec 1 662 cas - et les Noctules, avec 1 616 cas pour la Noctule commune (*Nyctalus noctula*) et 753 cas pour la Noctule de Leisler (*Nyctalus leislerii*).

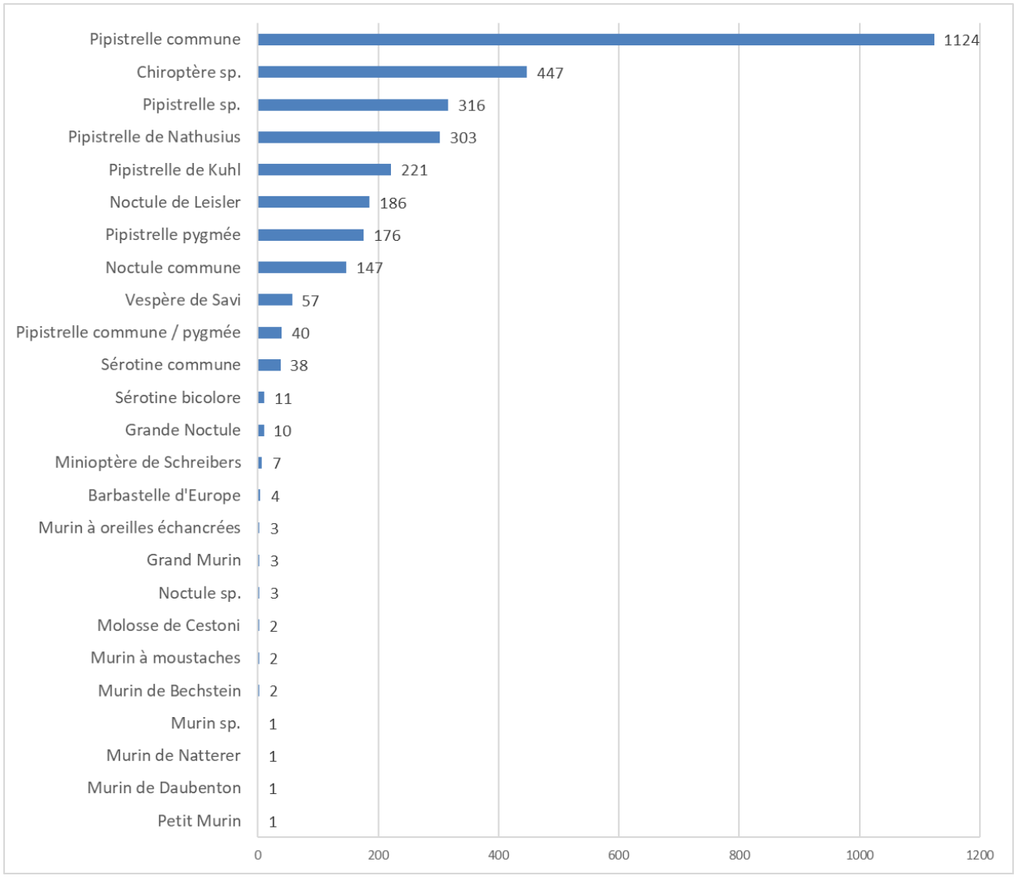


Figure 6. Bilan des chiroptères tués par les éoliennes en France depuis 2003 (Source : Tobias Dürr, juin 2022)

En France, 3 106 cadavres de chauves-souris tuées par collision avec des éoliennes ont été répertoriés à ce jour. Les groupes les plus impactées sont, comme à l'échelle européenne, les pipistrelles et les noctules, notamment la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) avec 1 124 cas répertoriés, mais également les Pipistrelles de Nathusius, Kuhl et pygmée, ainsi que les deux espèces de noctules.

Les causes de mortalité sont de deux types : la **collision directe** avec les pales et le **barotraumatisme**. Il est à noter que des blessures sublétales provoquées suite à des collisions directes avec les pales peuvent entrainer la mort des individus à une distance relativement élevée des éoliennes, induisant ainsi une sous-estimation des taux de mortalité réels (Horn et al., 2008 ; Grodsky et al., 2011).

Concernant la **collision**, il a été montré que les chauves-souris étaient tuées par les pales en mouvement mais pas par les pales stationnaires, les nacelles ou les tours (Horn et al. 2008). Par conséquent, plus la longueur des pales est grande, plus l'aire qu'elles couvrent est grande et plus l'impact sur les chauves-souris est important.

Le **barotraumatisme**, causé par une dépression soudaine de la pression de l'air, est quant à lui à l'origine de lésions et d'hémorragies internes. Cette théorie est cependant vivement débattue dans la sphère scientifique, certains auteurs estimant que le barotraumatisme pourrait causer jusqu'à 90% des cas de mortalité (Baerwald et al., 2008) tandis que d'autres minimisent son impact (Grodsky et al., 2011) voire contestent son existence (Houck, 2012 ; Rollins et al., 2012).

Outre la non-perception du danger (nombre de cris d'écholocation des espèces migratrices trop faible ou trop grande vitesse de rotation des pales), l'attraction des éoliennes vis-à-vis des chauves-souris pourrait expliquer en partie ces cas de collisions (Nyári et al., 2015). Plusieurs hypothèses ont ainsi été énoncées pour tenter d'expliquer ce phénomène.Tout d'abord, la modification des paysages, inhérente à l'installation des machines ainsi que leur éclairage créent des conditions favorables pour les insectes volants, attirant ainsi les chauves-souris qui s'en nourrissent (Ahlén, 2003). Horn et al. (2008) ont ainsi observé une corrélation significative entre l'activité des chauves-souris et celle des insectes au cours de la nuit, avec un pic d'activité durant les deux premières heures suivant le coucher du soleil. Des images issues de caméras thermiques infrarouges ont effectivement montré que les chauves-souris se nourrissaient autour des pales et effectuaient également des vols de reconnaissance répétés au niveau des nacelles (Horn et al., 2008).

Selon d'autres auteurs, la principale raison poussant les chauves-souris à fréquenter les abords des éoliennes concerne les comportements reproducteurs (Hull & Cawthen, 2013). L'hypothèse d'une incapacité cognitive des chauves-souris à différencier les éoliennes (ou d'autres structures verticales du même type) des arbres semble séduisante. Les chauves-souris confondraient ainsi les courants d'air provoqués par les éoliennes et ceux existant au sommet des grands arbres, courants d'air qu'elles vont suivre pensant y trouver certaines ressources telles que de la nourriture mais aussi des opportunités sociales (Cryan et al., 2014).

Impacts indirects

Les éoliennes n'affectent pas seulement les chauves-souris via des impacts directs (mortalité) mais également par une **perturbation de leurs mouvements et comportements habituels**.

L'effet barrière provoqué par les parcs éoliens, bien connu chez les oiseaux, peut également affecter les chauves-souris en interférant avec leurs routes migratoires ou leurs voies d'accès aux colonies de reproduction (Bach & Rahmel, 2004 ; Hötker et al., 2006).

Des perturbations liées à la présence des éoliennes en elles-mêmes ont également été évoquées. L'émission d'ultrasons par les éoliennes (jusqu'à des fréquences de 32 kHz) pourrait ainsi perturber les chauves-souris (Bach & Rahmel, 2004 ; Brinkmann et al., 2011). Cet impact est cependant variable selon les espèces puisqu'une étude menée par Bach & Rahmel (2004) a montré que si l'activité de chasse des sérotines semblait décroitre à proximité des éoliennes, ce n'était pas le cas pour les pipistrelles qui montraient quant à elles une activité plus forte près des machines que dans une zone témoin proche.

Ces impacts indirects des éoliennes sur les chauves-souris, bien que nettement moins documentés à l'heure actuelle que les cas de collisions, peuvent menacer la survie à long terme de certaines espèces. Les chauves-souris sont en effet des organismes présentant une espérance de vie longue et de faibles taux de reproduction ce qui rend leurs populations particulièrement vulnérables aux phénomènes d'extinctions locales.

Certains auteurs ont ainsi suggéré que les populations de chauves-souris pourraient ne pas être en mesure de supporter les impacts négatifs liés à l'éolien qui viennent s'ajouter aux nombreuses menaces pesant déjà sur ce taxon (Kunz et al., 2007 ; Arnett et al. 2008).

Facteurs influençant la sensibilité des chauves-souris aux éoliennes

Facteurs météorologiques

L'activité et la mortalité des chauves-souris sont fortement influencées par des variables météorologiques comme la vitesse du vent, la température, les précipitations, la pression atmosphérique et même l'illumination de la lune.

La vitesse du vent notamment est un paramètre majeur dans la prédiction des périodes les plus à risques en termes de collision (Baerwald & Barclay, 2011 ; Behr et al., 2011). Des études ont ainsi montré que l'activité des chauves-souris était maximale pour des vitesses de vent comprises entre 0 et 2 m.s-1 (Rydell et al., 2010a) et déclinait ensuite jusqu'à presque s'arrêter pour des valeurs supérieures à 6,5 (Behr et al., 2007) voire 8 m.s-1 (Rydell et al., 2010a). La majorité des chauves-souris sont donc tuées lors de nuits où les pales des éoliennes bougent lentement et où l'électricité produite est donc faible (Schuster et al., 2015).

L'activité des chauves-souris augmente également avec la température. Arnett et al. (2006) ont ainsi montré une augmentation de l'activité comprise entre 7 et 13 % à 1,5 m d'altitude et entre 0 et 7 % à 22 m pour chaque degré Celsius supplémentaire, jusqu'au seuil de 21°C au-delà duquel l'activité des chauves-souris avait tendance à diminuer. Concernant la température minimale, il a été estimé que les périodes les plus à risques se situaient au-delà de 10°C (Brinkmann et al., 2011).

L'humidité (et notamment la présence de brouillard) fait également décroitre fortement l'activité chiroptérologique (Behr et al., 2011).

Facteurs saisonniers

L'activité des chauves-souris, et par conséquent leur mortalité liée à l'éolien, montrent également des variations saisonnières. Des études réalisées dans le monde entier ont ainsi montré une activité et une mortalité maximales en fin d'été et à l'automne (Schuster et al., 2015). Rydell et al. (2010) déclarent ainsi que 90% de la mortalité annuelle liée aux collisions avec les éoliennes se produit entre août et début octobre contre seulement 10% début juin.

Cette saisonnalité est liée au comportement migrateur de certaines espèces qui les rend particulièrement vulnérables lors de leurs déplacements entre zones de reproduction et zones d'hibernation (transit automnal) et, dans une moindre mesure, lors du transit printanier au cours duquel les chauves-souris quittent leurs zones d'hibernation pour gagner leurs sites d'estivage.

Outre ces phénomènes migratoires, un autre phénomène est à l'origine de fortes concentrations en chiroptères à l'automne et donc d'une mortalité potentiellement accrue au niveau des parcs éoliens. Il s'agit du phénomène de « swarming » - ou essaimage - qui se traduit par le rassemblement en certains sites d'un grand nombre de chauves-souris appartenant à une ou plusieurs espèces. Ces rassemblements permettent l'accouplement des chauves-souris avant l'hibernation, la gestation reprenant ensuite au printemps.

Facteurs paysagers

De nombreuses publications ont montré que les chauves-souris utilisaient des éléments paysagers linéaires comme les vallées fluviales, les traits de côte ou encore les lisières forestières en tant que corridors pour leurs migrations (Nyári et al., 2015 ; Schuster et al., 2015). Rydell et al. (2010) ont passé en revue un ensemble d'études menées en Europe occidentale et comparant la mortalité des chauves-souris liée à l'éolien en fonction d'un gradient paysager. Ils ont ainsi pu constater qu'un nombre relativement faible de chauves-souris (entre 0 et 3 individus par éolienne et par an) était tué en milieu ouvert (plaines agricoles cultivées). Cependant, plus l'hétérogénéité du paysage agricole est grande, plus ce taux s'accroit (entre 2 et 5 individus par éolienne et par an pour des paysages agricoles plus complexes). Enfin, les taux de mortalité sont maximaux pour les zones forestières ou côtières, en particulier sur des zones de relief (collines et crêtes), avec 5 à 20 chauves-souris tuées par éolienne et par an.

Caractéristiques biologiques et écologiques des espèces

La sensibilité vis-à-vis des éoliennes varie également grandement selon les espèces. En Europe, les espèces présentant les risques de collision les plus élevés, qui appartiennent aux genres Nyctalus (les Noctules), Pipistrellus (les Pipistrelles), Eptesicus et Vespertilio (les Sérotines), présentent des similarités écologiques et morphologiques (Rydell et al., 2010b ; Hull & Cawthen, 2013). Il s'agit en effet d'espèces chassant en milieu dégagé, présentant des ailes longues et étroites et utilisant, pour détecter les insectes volants, des signaux d'écholocation à bande étroite et forte intensité.

Ainsi, d'après Rydell et al. (2010a), 98% des chauves-souris tuées sont des espèces de haut vol chassant en milieu dégagé alors que 60% des espèces de chauves-souris ont peu, voir pas de risques de collisions étant donné qu'elles volent à des altitudes bien inférieures à la hauteur des pales. Les Murins (Myotis sp.) et les Oreillards (Plecotus sp.), plus forestiers et moins enclins à fréquenter les zones ouvertes, sont ainsi très peu affectés par les collisions avec les pales d'éoliennes (Jones et al., 2009).

CHAPITRE 2. CONTEXTE ÉCOLOGIQUE

2.1 Situation générale

Situé à l'extrême sud-ouest du territoire communal des Clérimois, la zone d'étude s'inscrit dans la **Champagne Sénonaise**. Ce **plateau crayeux,** relativement ondulé, est caractérisé par une **prédominance des grandes cultures** et une **présence forte de la forêt**, avec de nombreux bois et bosquets notamment sur le haut des coteaux des vallées et des vallons.

Carte 1 - Situation du parc éolien à l'échelle de l'aire d'étude éloignée p.8
Carte 3 - Localisation de l'aire d'étude – Fond orthophoto p.19

La **vallée de l'Yonne** entaille le plateau Champagne sénonnaise environ 10 kilomètres à l'ouest du site, où elle traverse la **ville de Sens**, tandis que la **Vanne** s'écoule à moins de deux kilomètres au sud-est.

L'aire d'étude immédiate (600 m autour de la zone d'étude stricte) présente une **mosaïque de parcelles agricoles et de bois.** Cette structure se retrouve à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée (6 km), qui est traversée au sud par la **vallée de la Vanne**, longée par la **route départementale D660**, et au nord par **l'autoroute A5**.

2.2 Zones naturelles d'intérêt reconnu

Sous le terme de « Zones naturelles d'intérêt reconnu » sont regroupés :

- Les **périmètres de protection réglementaire** : Réserves Naturelles Nationales (RNN), Réserves Naturelles Régionales (RNR), sites Natura 2000 (Zones Spéciales de Conservation et Zones de Protection Spéciale), Arrêtés de Protection de Biotope (APB)…
- Les **espaces inventoriés au titre du patrimoine naturel** : Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF), Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO).
- Les dispositifs territoriaux particuliers ayant trait à la **protection ou la mise en valeur du patrimoine** naturel ou paysager : parcs naturels régionaux (PNR), sites RAMSAR de la convention internationale éponyme, sites gérés par le Conservatoire d'Espaces Naturels (CEN), Espaces Naturels Sensibles (ENS)…

Ces zones ont été recensées à partir des données fournies par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Bourgogne Franche-Comté. Les informations sont issues des sites internet de l'INPN et du ministère du développement durable.

Ainsi, **cinquante zones naturelles d'intérêt reconnu** ont été recensées au sein de **l'aire d'étude éloignée**. Il s'agit de **deux sites du réseau Natura 2000** pour les zones de protection et de **quarante-six ZNIEFF et une ZICO** pour les zones d'inventaires. **Un site du Conservatoire d'Espaces Naturels** est également présent.

2.2.1 Réseau Natura 2000

2.2.1.1 Définition et méthodologie de recensement

Le Réseau Natura 2000 forme un **réseau écologique européen**, né de la directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, qui définit un **cadre commun pour la conservation des plantes, des animaux sauvages (hors avifaune) et des habitats d'intérêt communautaire**, dite « Directive Habitats ». Il se compose de deux types de zones :

Les **Zones de Protection Spéciales** (ZPS) sont créées en application de la Directive n° 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages, ou « **Directive Oiseaux** ». Pour ce faire, une liste d'oiseaux, menacés de disparition, vulnérables à certaines modifications de leur habitat ou rares (Annexe I de la Directive), a été définie pour lesquels les États Membres doivent créer des ZPS. Ces zones sont considérées comme des **espaces importants pour la conservation de ces espèces** et peuvent être des aires de stationnement d'espèces migratrices, des zones de nidification, des biomes réduits abritant des espèces patrimoniales, etc. Leur élaboration s'appuie fortement sur l'inventaire ZICO.

Les **Zones Spéciales de Conservation** (ZSC) : elles sont créées en application de la Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, ou « **Directive Habitats** ». Ces sites revêtent une **importance communautaire**, notamment dans l'objectif de **maintenir ou restaurer la biodiversité à l'échelle de l'Union Européenne**. Les ZSC sont désignées à partir de Sites d'Importance Communautaire (SIC) proposés par les États Membres, puis adoptés par la Commission Européenne.

BORALEX

Parc éolien des Clérimois (89)

Suivi environnemental

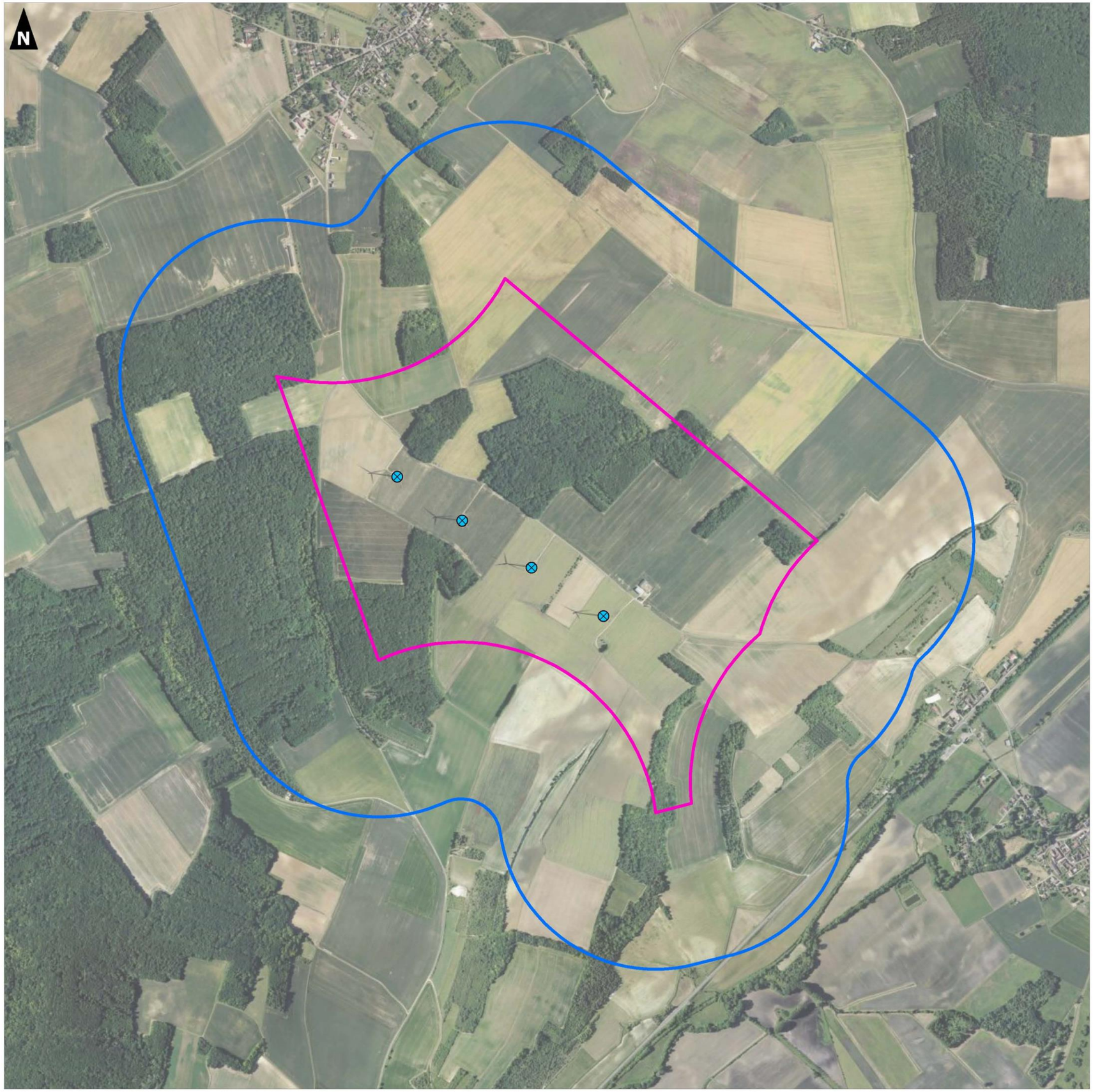
Carte de terrain

Aires d'étude

- Zone d'étude
- Aire d'étude immédiate (600 m)

Parc éolien actuel

- Eolienne en service



0 0,5 1

Kilomètres

auddicé

Réalisation : AUDDICE, mai 2023
Sources de fond de carte : IGN BD ORTHO, 2020
Sources de données : BORALEX - AUDDICE, 2022

2.2.1.2 Sites Natura 2000 présents dans l'aire d'étude éloignée

Deux sites Natura 2000 sont présents au sein de l'aire d'étude éloignée. Il s'agit d'une Zone de Protection Spéciale (ZPS) et d'une Zone Spéciale de Conservation (ZSC).

Carte 4 - Réseau Natura 2000 p.22

Tableau 2. Sites du réseau Natura 2000 présents dans les 20 km autour de la ZIP

Type de zone	Identifiant	Intitulé	Distance par rapport à la zone d'étude (en kilomètres)
ZSC	FR2601005	Pelouses à orchidées et habitats à chauve-souris des vallées de l'Yonne et de la Vanne	Recoupé par la zone d'étude
ZPS	FR1112002	Bassée et plaines adjacentes	18,0

■ ZSC : Pelouses à orchidées et habitats à chauve-souris des vallées de l'Yonne et de la Vanne (n° FR2601005) – Recoupé par la zone d'étude

> Description

Ce site d'une surface de 1385 hectares est composé de **cinq entités**, rassemblées sur trois secteurs géographiques. Ainsi, deux d'entre elles surplombent la ville de Sens, en rive gauche de l'Yonne, deux autres dominent la vallée de la Vanne (dont celle recoupée par la zone d'étude) et une dernière est localisée à Saint-Julien-du-Sault.

Les quatre premières entités, localisées sur des **coteaux calcaires**, présentent des **pelouses sèches** accueillant des espèces végétales et animales remarquables. La dernière entité est constituée de **boisements de feuillus**, ainsi que de **plateaux et zones de bocages**, favorables aux chauves-souris.

> Qualité et importance

Ce site est constitué de milieux **herbacés à orchidées et graminées** développés sur des sols crayeux. La faune associée est **très variée** : oiseaux, mammifères, reptiles et insectes, caractéristiques de ces milieux ouverts en exposition chaude. À noter la présence de l'Orobanche du thym, plante parasite protégée en Bourgogne.

Ces pelouses sur craie sont devenues très rares dans ce secteur au sud de l'Ile de France et constituent le seul site de ce type retenu en région Bourgogne.

Sur l'entité de Saint-Julien-du-Sault, les boisements de feuillus localisés sur les coteaux et les plateaux constituent les principaux **habitats de chasse favorables aux chauves-souris** d'intérêt communautaire recensées. Les zones de bocages avec des prairies pâturées et des haies, principalement localisées le long de la vallée de l'Ocques, sont également utilisées par les espèces. Cette entité accueille une **colonie mixte de Grand Rhinolophe et de Murin à oreilles échancrées.**

> Habitats et espèces d'intérêt communautaire

Le site a été déterminé en raison de la présence de **six habitats et cinq espèces d'intérêt communautaire**.

Tableau 3. Habitats d'intérêt communautaires

Code (* : prioritaire)	Nom de l'habitat	% de recouvrement	État de conservation
5130	Formations à *Juniperus communis* sur landes ou pelouses calcaires	10 %	Bon
6210	Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (*Festuco-Brometalia*) (* sites d'orchidées remarquables)	40 %	Bon
6510	Prairies maigres de fauche de basse altitude (*Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis*)	1,82 %	Moyen / réduit
9130	Hêtraies de *l'Asperulo-Fagetum*	10,1 %	Bon
9180*	Forêts de pentes, éboulis ou ravins du *Tilio-Acerion*	Non communiqué	Non communiqué
9160	Chênaies pédonculées ou chênaies-charmaies subatlantiques et médio-européennes du *Carpinion betuli*	Non communiqué	Non communiqué

Tableau 4. Espèces d'intérêt communautaire présentes sur la ZSC

Taxon	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut
Insectes	*Euphydryas aurinia*	Damier de la Succise	Sédentaire
Chiroptères	*Rhinolophus ferrumequinum*	Grand rhinolophe	Hivernante
	Myotis emarginatus	Murin à oreilles échancrées	Hivernante
	Myotis bechsteinii	Murin de Bechstein	Hivernante
	Myotis myotis	Grand Murin	Hivernante

> Vulnérabilités

Les pelouses sont des milieux instables qui se boisent à l'échelle de 30 à 40 ans en l'absence d'entretien ou suite à l'abandon des pratiques agricoles, ce qui entraîne la disparition des stades dynamiques jeunes et des espèces remarquables qui leur sont liées. Certaines sont en cours d'**embuissonnement.**

Les plateaux surplombant les pelouses sont une source d'eutrophisation des milieux en contrebas, où seule une plantation de haies peut enrayer ce processus.

Les espèces envahissantes se développent sur les sites, accélérant l'enfrichement des milieux ouverts.

D'autres pelouses ont disparu du fait de leur **mise en culture**.

Les boisements de feuillus constituent probablement le principal habitat de chasse pour le Grand Rhinolophe, le Grand Murin, le Murin à oreilles échancrées et la Barbastelle d'Europe. Il apparaît important que la gestion de ces boisements permette de maintenir des habitats forestiers favorables pour ces 4 espèces.

Il apparaît également important de porter une attention particulière aux prairies pâturées et au réseau de haies qui sont des habitats de chasse des Chiroptères.

ZPS : Bassée et plaines adjacentes (n° FR1112002) – à 17 986 mètres

> Description

Le site "Bassée et plaines adjacentes", d'une superficie de 27643 hectares, correspond à la **plaine alluviale de la Seine**, bordée au nord par un coteau et au sud par un plateau agricole. Son importante diversité de milieux conditionne la présence d'une **avifaune très riche**.

Elle est parcourue par un **réseau hydrographique important** : la Seine, ses canaux et ses affluents, les plans d'eau et les noues et vidées. Il permet l'évacuation des crues lors des plus hautes eaux, mais également l'alimentation en eau de certains milieux naturels remarquables (dont les forêts alluviales). Ils présentent, en outre, d'importantes capacités d'accueil pour la faune piscicole qui y trouve notamment des sites favorables pour la reproduction.

> Qualité et importance

Parmi les milieux les plus remarquables figurent la **forêt alluviale**, la seule de cette importance en Île-de-France et un ensemble relictuel de prairies humides. S'y trouve également un réseau de **noues et de milieux palustres** d'un grand intérêt écologique. Des espèces telle que la Pie-grièche grise, menacée au plan national, y trouvent leur dernier bastion régional.

Les **plans d'eau** liés à l'exploitation des granulats alluvionnaires possèdent un intérêt ornithologique très important, notamment ceux qui ont bénéficié d'une remise en état à vocation écologique.

Les **boisements** tels que ceux de la forêt de Sourdun permettent à des espèces telles que Pics mars et noirs, ainsi que l'Autour des Palombes de se reproduire.

Enfin, les **zones agricoles adjacentes** à la vallée abritent la reproduction des trois espèces de busard ouest-européennes, de l'Œdicnème criard et jusqu'au début des années 1990 de l'Outarde canepetière.

> Espèces avifaunistiques d'intérêt communautaire

Vingt-cinq oiseaux visés à l'Annexe I de la Directive Oiseaux sont régulièrement présents sur le site. Ils sont repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5. Espèces avifaunistique d'intérêt communautaires présentes sur la ZPS de la Bassée et plaines adjacentes.

Nom scientifique	**Nom vernaculaire**	**Statut sur la ZPS**
Sterna hirundo	**Sterne pierregarin**	Reproduction
Sterna albifrons	**Sterne naine**	Reproduction
Asio flammeus	**Hibou des marais**	Hivernage
Alcedo atthis	**Martin-pêcheur d'Europe**	Reproduction
Dryocopus martius	**Pic noir**	Reproduction
Dendrocopos medius	**Pic mar**	Reproduction
Luscinia svecica	**Gorgebleue à miroir**	Reproduction
Lanius collurio	**Pie grièche écorcheur**	Reproduction
Botaurus stellaris	**Butor étoilé**	Hivernage
Ixobrychus minutus	**Blongios nain**	Reproduction
Nycticorax nycticorax	**Bihoreau gris**	Reproduction
Pernis apivorus	**Bondrée apivore**	Reproduction
Milvus migrans	**Milan noir**	Reproduction
Milvus milvus	**Milan royal**	Concentration (migration)
Circus aeruginosus	**Busard des roseaux**	Reproduction
Circus cyaneus	**Busard Saint-Martin**	Reproduction, hivernage
Circus pygargus	**Busard cendré**	Reproduction
Pandion halietus	**Balbuzard pêcheur**	Concentration (migration)
Falco columbarius	**Faucon émerillon**	Hivernage
Rallus aquaticus	**Râle d'eau**	Espèce sédentaire
Crex crex	**Râle des genets**	Reproduction
Himantopus himantopus	**Échasse blanche**	Reproduction
Burhinus oedicnemus	**Œdicnème d'Europe**	Reproduction
Vanellus vanellus	**Vanneau huppé**	Reproduction, hivernage
Larus melanocephalus	**Mouette mélanocéphale**	Reproduction

> Vulnérabilités

La richesse ornithologique de la Bassée est menacée par :

- La diminution des surfaces inondables par régularisation du débit de la Seine,
- La régression des prairies naturelles,
- L'utilisation ludique des plans d'eau,
- L'augmentation des surfaces irriguées,
- La pression de l'urbanisation et des infrastructures notamment à l'ouest du site.

BORALEX

Parc éolien des Clérimois (89)

Suivi environnemental

Réseau Natura 2000

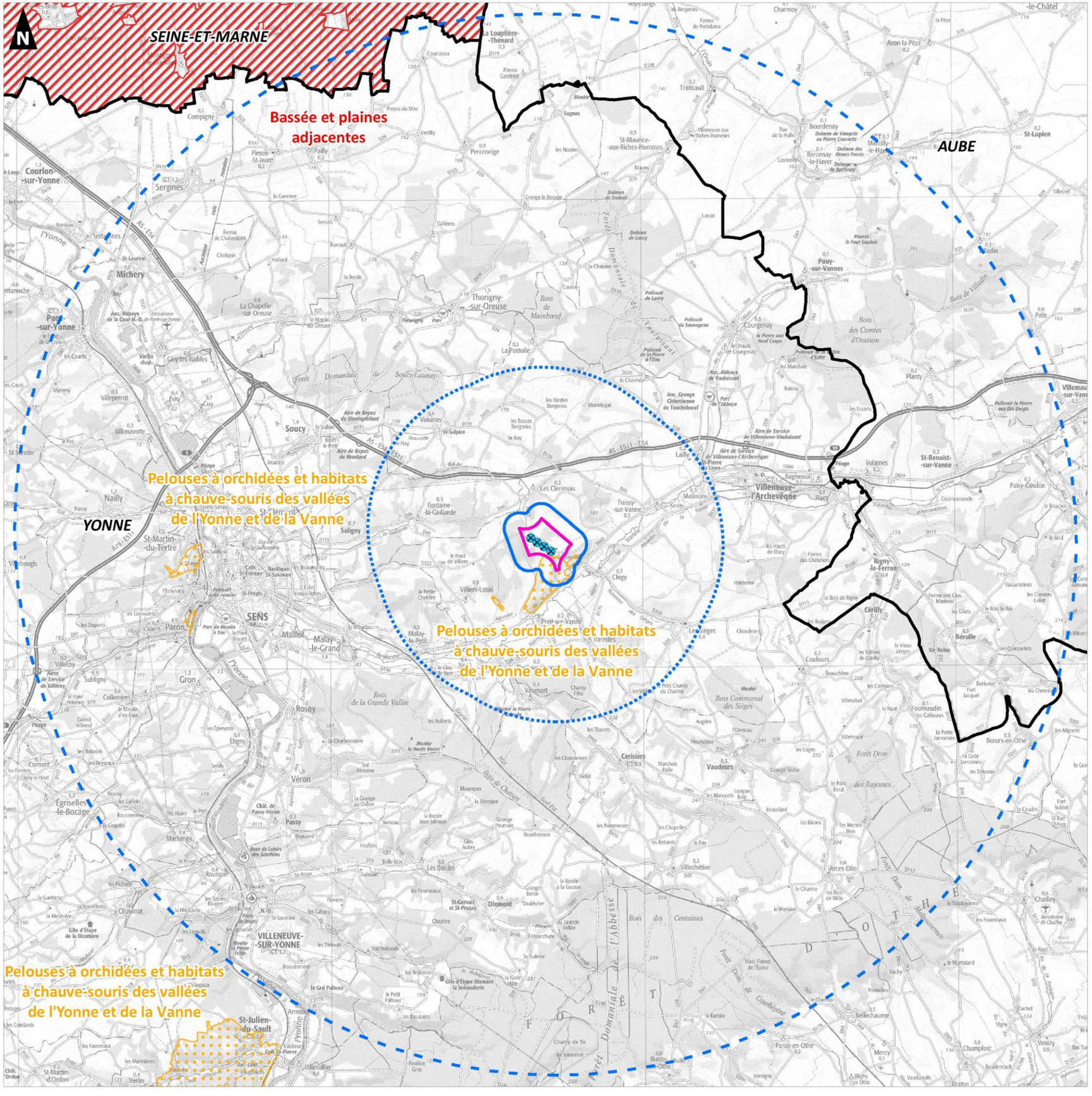
Aires d'étude
- Zone d'étude
- Aire d'étude immédiate (600 m)
- Aire d'étude rapprochée (6 km)
- Aire d'étude éloignée (20 km)

Limtes administratives
- Limite départementale

Parc éolien actuel
- Eolienne en service

Natura 2000 - Directive Habitats
- Zone Spéciale de Conservation

Natura 2000 - Directive Oiseaux
- Zone de Protection Spéciale



0 5 10 15

Kilomètres

auddicé

Réalisation : AUDDICE, mai 2023
Sources de fond de carte : IGN SCAN 100
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - INPN - DREAL - BORALEX - AUDDICE, 2022

2.2.2 Zones naturelles d'intérêt reconnu (hors Natura 2000)

Quarante-huit zones d'intérêt reconnues sont présentes au sein de l'aire d'étude éloignée.

Carte 5 - Zones naturelles d'intérêt remarquable p.27

Tableau 6. ZNIR (hors Natura 2000) présentes au sein de l'aire d'étude éloignées

Type de zone	Identifiant	Intitulé	Distance par rapport à la zone d'étude (en mètres)
Site du CEN	FR150509	Les Boulins	19 757
ZICO		Bassée et plaines adjacentes	15 145
ZNIEFF1	260008565	Coteau de Pont sur Vanne à Chigy	Recoupée par la zone d'étude
	260014931	Carrières de Lailly et Voisines	5 532
	260030449	Bois de la Houssaye et de la Mattre	7 638
	260014973	Pelouse de la Cote de l'orgeat et de Chaumont	7 733
	260014980	Garenne des Verderées	8 082
	260014978	Vallée et coteau du petit Vaudeurs	8 485
	260015444	Lisière et bois du Sauvageon	9 185
	260008562	Ruisseau de l'Oreuse	9 239
	260014930	Forêt domaniale de Vauluisant – nord	9 326
	260014976	Bois et coteau de notre dame des roches	9 655
	260014936	Carrière du bois des glands	9 677
	260030431	Gravières de Gron, Rosoy et Etigny	11 400
	260014979	Carrières du bois des houx	11 850
	260008560	Coteau de Paron à Saint-Martin-du-Tertre	12 631
	210020147	Forêt communale de Rigny-le-Ferron et Bois du Têtot au nord-ouest de Bérulle	12 790
	260014917	Roselière de Paron	13 399
	210008949	Bois des Riots à Vulaines	13 901
	210000710	Bois de la Chapelle Sainte-Reine et ravin Cosaque à Bérulle	14 373
	210008950	Forêt communale de Saint-Benoist-sur-Vanne	14 419
	260014925	Forêt domaniale de Courbépine	14 576
	260030432	Vallée de l'Yonne et coteaux à Villeneuve-sur-Yonne	15 086
	260030441	Carrières de Michery	15 235
	260008555	Étangs de Saint-Ange et leurs abords	15 366
	260014924	Forêt domaniale de l'abbesse et Bois de l'enfourchure	15 461
	210020166	Complexe chiroptérologique et ses environs à Planty et Palis	15 789
	260008563	Bois du Vignot	15 861
	210020045	Bois de la garenne à Bercenay-le-Hayer	16 193
ZNIEFF1	260014991	Ruisseau de Marsangy	16 441
	210008952	Talus de la chapelle de Saint-Flavy et bordure du Bois l'abbesse à Marcilly-le-Hayer	16 481
	260030440	Mare de la Prieuré	16 840
	210001138	Bois de cornillon à Marcilly-le-Hayer	16 929
	210001137	Bois de Dillo et des Jarruriers à Aix-en-Othe, Bérulle et Paisy-Cosdon	17 149
	210002008	Les marais de Marcilly-le-Hayer	18 116
	210008998	Bois de Vigne-Fèche à Soligny-les-Étangs	18 268
	210015544	Pelouse et pinède de la Vallée du Jard à Aix-en-Othe	19 074
	210020165	Complexe chiroptérologique de Villadin et ses abords	19 172
	260008567	Coteau de la vallée d'Ervaux	19 230
	260030429	Gravières de Saint-Julien-du-Sault	19 678
ZNIEFF2	260008564	Vallée de la Vanne de Flacy à Maillot	634
	260014929	Forêt domaniale de Vauluisant	5 532
	260014935	Forêt de Soucy, Launay et Voisines	5 766
	260014934	Bois du Fauconnais et de Bagneaux	9 851
	260008558	Gravières et coteau de Gron, roselière de Paron	11 400
	260014923	Foret d'Othe et ses abords	11 867
	210020163	Massifs boises entre Villadin, Pouy-sur-Vannes, Planty et Palis	11 888
	260014922	Vallée de l'Yonne entre Villeneuve-la-Guyard et Serbonnes	19 846

2.2.2.1 Zones d'inventaires

■ Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type 1 et 2

Le programme ZNIEFF a pour objectif de se doter d'un outil de connaissance permanente, aussi exhaustive que possible, des espaces naturels, terrestres et marins, dont l'intérêt repose soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème soit sur la présence d'espèces de plantes ou d'animaux rares et menacées.

Deux types de zones sont définis, les zones de type I, secteurs de superficie en général limitée, caractérisés par leur intérêt biologique remarquable et les zones de type II, grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.

Trente-huit ZNIEFF de type I et huit ZNIEFF de type II sont présentes dans l'aire d'étude éloignée. Les cinq qui sont présentes dans l'aire d'étude rapprochée (6 km) sont décrites ci-dessous. Les descriptions complètes des ZNIEFF sont disponibles dans leurs formulaires standards de données, rassemblés en annexe.

- **ZNIEFF de type I « Coteau de Pont sur Vanne à Chigy » (n° 260008565)**

Au cœur de la Champagne crayeuse, sur la craie du crétacé, la zone présente un coteau exposé au sud au niveau de la rive droite de la vallée de la Vanne.

Ce site est d'intérêt régional pour ses habitats et ses espèces de flore et de faune inféodées aux milieux secs.

Parmi les habitats observés, sont notamment présents :

- des pelouses semi-arides à Lin des Alpes (*Linum leonii*) et fétuques (*Festuca sp.*), d'intérêt européen,
- des ourlets herbacés sur sols calcaires, d'intérêt régional,
- des fourrés à genévriers, d'intérêt européen,
- de la chênaie-hêtraie à Fragon (*Ruscus aculeatus*), d'intérêt européen.

Les pelouses accueillent plusieurs espèces déterminantes pour l'inventaire ZNIEFF avec :

- Le Lin des Alpes (*Linum leonii*), plante très rare des pelouses arides, endémique de France, protégée réglementairement et inscrite au livre rouge de la flore menacée de France,
- L'Euphorbe de Séguier (*Euphorbia seguieriana*), plante des pelouses sèches, rarissime en Bourgogne,
- L'Azuré du thym (*Pseudophilotes baton*), papillon rare et en régression suite à la diminution des surfaces occupées par les pelouses sèches,
- Le Lézard vert occidental (*Lacerta bilineata*), reptile protégé réglementairement et proche de la limite nord de son aire de répartition.

Le site constitue également une zone de nidification pour des oiseaux déterminants pour l'inventaire ZNIEFF tels que le Pouillot de Bonelli (*Phylloscopus bonelli*)

- **ZNIEFF de type I « Carrières de Lailly et Voisines » (n°260014931)**

Au cœur de la Champagne crayeuse, sur la craie du Crétacé, le site correspond au versant sud d'un massif de feuillus englobant des lisières, quelques secteurs de pelouses et de landes à genévriers (*Juniperus communis*) ainsi que des plantations de pins. Ce massif est entouré de grands champs cultivés.

La zone est d'intérêt régional pour ses habitats et pour les espèces de faune et de flore qui s'y développent, avec notamment un riche cortège d'orchidées et un réseau de sites important pour les chauves-souris.

Sur le site, l'essentiel des habitats non humides de Champagne crayeuse avec ont été répertoriés :

- Pelouses semi-arides de l'alliance végétale du *Mesobromion erecti*, d'intérêt européen,
- Ourlets herbacés sur sols calcaires, d'intérêt régional,
- Fourrés à genévriers (*Juniperus communis*), d'intérêt européen,
- Chênaie-charmaie sur sols riches ou faiblement acides,
- Chênaie-charmaie sur terrains calcaires secs,
- Chênaie pubescente,
- Hêtraie sur sols calcaires secs, d'intérêt européen,
- Boisements de pins sylvestres.

Ces milieux abritent les espèces végétales déterminantes pour l'inventaire ZNIEFF suivantes :

- La Céphalanthère rouge (*Cephalanthera rubra*), orchidée des boisements et des pelouses sèches, rare en Bourgogne,
- La Pyrole à feuilles rondes (*Pyrola rotundifolia*), plante des forêts sèches, rarissime en Bourgogne,
- La Céphalanthère à longues feuilles (*Cephalanthera longifolia*),
- L'Orchis verdâtre (*Platanthera chlorantha*), orchidée rare en Bourgogne.

Le site comporte par ailleurs un **réseau de cavités** liées à l'exploitation passée d'anciennes carrières utilisées par les chauves-souris en période d'hibernation. Elles offrent une diversité intéressante avec 7 espèces de chiroptères dont trois sont d'intérêt européen :

- Le Grand murin (*Myotis myotis*),
- La Barbastelle (*Barbastella barbastellus*),
- Le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteini*).

Le Grand murin (*Myotis myotis*) et le Murin à moustaches (*Myotis mystacinus*) sont les espèces les plus abondantes.

- **ZNIEFF de type II « Vallée de la Vanne de Flacy à Maillot » (n° 260008564)**

Parcourue par le seul cours d'eau d'important de la Champagne crayeuse sennonaise, la vallée de la Vanne constitue un témoin des grands marais alcalins aujourd'hui disparus. Le marais ne représente désormais qu'une surface extrêmement restreinte ; ses habitats sont fragmentés et isolés au sein des grandes cultures, ou cantonnés à la proximité immédiate du cours d'eau. Cette ZNIEFF conserve un intérêt potentiel en cas de reconversion des cultures et des peupleraies en zones prairiales.

Ce site est d'intérêt régional pour ses habitats humides relictuels, avec les espèces de faune et de flore qui y sont inféodées.

De surface restreinte, des habitats déterminants pour l'inventaire ZNIEFF ont été répertoriés avec :

- Des végétations aquatiques des cours d'eau, d'intérêt européen,
- Des ripisylves d'aulnes et de frênes en bordures de rivières, d'intérêt européen,
- Des ourlets humides à grandes herbes, d'intérêt européen,
- Des aulnaies marécageuses sur sols riches, d'intérêt régional,
- Des végétations amphibies typiques des berges de cours d'eau, d'intérêt régional,
- Diverses roselières et caricaies.

Des espèces déterminantes pour l'inventaire ZNIEFF ont été observées dans ces milieux avec par exemple :

- Le Peucédan des marais (*Thysselinum palustre*), plante des marais rarissime en Bourgogne et protégée réglementairement,
- La Laîche paradoxale (*Carex appropinquata*), plante de marais, exceptionnelle en Bourgogne,
- La Cardamine amère (*Cardamine amara*), plante amphibie très rare en Bourgogne,
- La Grenouille agile (*Rana dalmatina*), amphibien.

La Vanne et ses annexes, alimentées par des eaux alcalines, accueillent également des poissons déterminants.

- **ZNIEFF de type II « Forêt domaniale de Vauluisant » (n° 260014929)**

Au cœur des Plateaux de la Champagne sénonaise, la Forêt domaniale de Vauluisant couvre les argiles à silex sur craie. Le territoire est composé d'un massif de feuillus isolé au sein de champs cultivés. Des pelouses, des fruticées et des plantations de pins colonisent les versants crayeux.

Ce site est d'intérêt régional pour ses habitats variés (pelouses sèches, boisements) avec les espèces de faune et de flore qui y sont inféodées.

Différents milieux secs caractérisent les pentes calcaires bien exposées :

- Des pelouses sèches, d'intérêt européen,
- De la végétation des affleurements rocheux calcaires, d'intérêt européen,
- Des fruticées à Genévriers (*Juniperus communis*), d'intérêt européen,
- Différents types d'ourlets herbacés, d'intérêt régional,
- Des chênaies pubescentes, d'intérêt régional.

Ces milieux abritent plusieurs espèces végétales déterminantes pour l'inventaire ZNIEFF avec par exemple :

- Le Peucédan d'Alsace (*Xanthoselinum alsaticum*), plante des lisières sèches sur calcaire, exceptionnelle en Bourgogne,
- La Céphalanthère rouge (*Cephalanthera rubra*), orchidée de bois et de pelouses sèches, rare en Bourgogne.

Compte-tenu de la nature des sols, de l'exposition, de l'alimentation en eau et du traitement forestier, les boisements sont très diversifiés avec :

- De la hêtraie sèche sur adret calcaire, d'intérêt européen,
- De la chênaie-frênaie de fond de vallon, d'intérêt régional,
- De la chênaie-charmaie sur sols argileux faiblement acides,
- De la chênaie-charmaie sèche sur terrains calcaires.

Diverses espèces végétales déterminantes pour l'inventaire ZNIEFF y ont été répertoriées avec :

- L'Épipactis à petites feuilles (*Epipactis microphylla*), petite orchidée rarissime en Bourgogne,
- L'Alisier de Fontainebleau (*Sorbus latifolia*), arbre très rare en Bourgogne, endémique de France, protégé réglementairement et inscrit au livre rouge de la flore menacée de France,
- L'Épipactis pourpre (*Epipactis purpurata*), orchidée forestière très rare en Bourgogne.

Diverses chauves-souris d'intérêt européen comme le Grand Murin (*Myotis myotis*) et le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*) présentent des colonies d'hibernation dans un réseau de carrières souterraines et de grottes. Elles utilisent différents milieux alentours (bordures boisées, pelouses et fruticées) pour se déplacer et s'alimenter.

- **ZNIEFF de type II « Forêt de Soucy, Launay et Voisines » (n° 260014935)**

Au cœur des Plateaux de Champagne sénonaise, les forêts domaniales de Soucy - Launay et de Voisines couvrent les plateaux crayeux recouverts d'argiles à silex. Si les boisements feuillus dominent, localement des pelouses, des fruticées et des plantations de pins colonisent les versants crayeux. Une ancienne carrière souterraine est présente au nord du site. L'ensemble est entouré de champs cultivés.

Ce site est d'intérêt régional pour ses habitats de pelouses sèches et de boisements avec la faune et la flore inféodée.

Différents milieux secs caractérisent les pentes crayeuses bien exposées, notamment :

- Des pelouses sèches, d'intérêt européen,
- Différents types d'ourlets herbacés, d'intérêt régional,
- Des fruticées.

Ces milieux abritent plusieurs espèces déterminantes pour l'inventaire ZNIEFF avec par exemple :

- La Céphalanthère rouge (*Cephalanthera rubra*), orchidée des boisements et des pelouses sèches, rare en Bourgogne.
- Le Cytise couché (*Cytisus hirsutus*), sous arbrisseau des pelouses sèches, très rare en Bourgogne,
- Le Petit Pigamon (*Thalictrum minus*), plante des lisières sèches, rare en Bourgogne.
- Le Lézard vert occidental (*Lacerta bilineata*), reptile protégé réglementairement, proche de la limite nord de son aire de répartition.

Compte-tenu de la géologie, les boisements sont assez diversifiés avec :

- De la hêtraie-chênaie sur sols peu acides à Aspérule odorante (*Galium odoratum*), d'intérêt européen,
- De la chênaie-charmaie sur sols argileux et faiblement acides,
- De la chênaie-charmaie sèche sur terrains calcaires,
- De la chênaie sessiliflore sur sols acides.

Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (ZICO)

Les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) résultent de la mise en œuvre de la directive « Oiseaux » 79/409/CEE du 2 avril 1979. Cet inventaire, publié en 1994, est basé sur la présence d'espèces d'intérêt communautaire répondant à des critères numériques précis. Il regroupe 285 zones pour une superficie totale d'environ 4,7 millions d'hectares et constitue l'inventaire scientifique préliminaire à la désignation des Zones de Protection Spéciale (ZPS).

Une ZICO est présente dans l'aire d'étude éloignée. Aucune n'est recoupée par l'aire d'étude rapprochée.

2.2.2.2 Autres dispositifs territoriaux de protection ou mise en valeur du patrimoine

Sites du Conservatoire des Espaces Naturels (CEN)

Les Conservatoires d'Espaces Naturels gèrent un réseau de sites présentant une large diversité de milieux. Plusieurs types de protections y sont mis en œuvre : il peut s'agir d'une protection conventionnelle, réglementaire, ou par le biais d'une maîtrise foncière ou d'usage. Ces sites contribuent à la formation d'un réseau écologique fonctionnel au sein des territoires.

Un site du CEN est présent dans l'aire d'étude éloignée. Il n'est pas inclus dans l'aire d'étude rapprochée.

BORALEX

Parc éolien des Clérimois (89)

Suivi environnemental

Zones Naturelles d'Intérêt Reconnu
(hors Réseau Natura 2000)

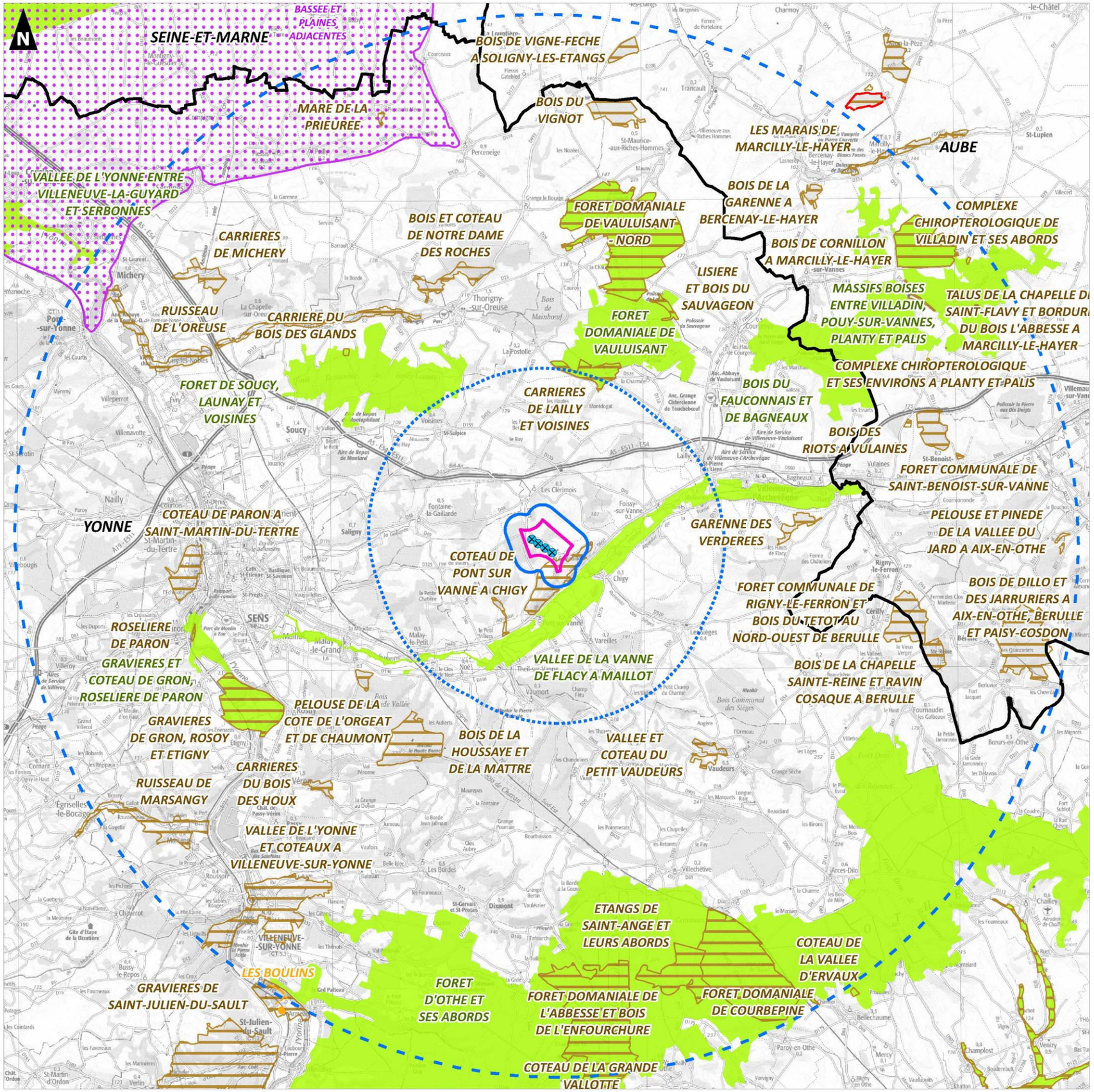
Aires d'étude
- Zone d'étude
- Aire d'étude immédiate (600 m)
- Aire d'étude rapprochée (6 km)
- Aire d'étude éloignée (20 km)

Limtes administratives
- Limite départementale

Parc éolien actuel
- Eolienne en service

Zones de protection réglementaire
- Arrête de Protection de Biotope
- Site du Conservatoire des Espaces Naturels

Zones d'inventaires
- Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
- ZNIEFF de type 1
- ZNIEFF de type 2



0 5 10 15

Kilomètres

auddicé

Réalisation : AUDDICE, mai 2023
Sources de fond de carte : IGN SCAN 100
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - INPN - DREAL - BORALEX - AUDDICE, 2022

2.3 Insertion dans les réseaux écologiques – SRCE de Bourgogne

Notion de réseaux écologiques

Un **réseau écologique** se définit comme un ensemble de milieux, connectés entre eux, nécessaires au fonctionnement des habitats et au cycle de vie des espèces de faune et flore. Il s'agit d'un ensemble de zones vitales (milieux de reproduction, d'alimentation, de repos…), connectées entre elles par des corridors de circulation permettant leurs déplacements. Le réseau écologique dépend donc des **exigences écologiques** des espèces considérées.

Les déplacements journaliers, saisonniers, réguliers ou uniques de populations ou de groupes d'individus sont essentiels pour leur **survie** et pour le **fonctionnement des biotopes** en général. À l'échelle de plusieurs générations, les échanges de gènes qu'ils engendrent maintient la capacité des populations à **s'adapter** aux conditions changeantes.

La **fragmentation du paysage** fragilise les populations animales et végétales en entravant leurs **déplacements** essentiels à la réalisation de leur cycle de vie. Dans les paysages transformés actuels, les réseaux formés par les **structures paysagères complexes** soutiennent la majorité des flux de migrations et de dispersion.

Enjeux de préservation des trames écologiques

Une pression trop importante de l'urbanisation ou des aménagements tend à **morceler les milieux naturels** et il arrive fréquemment que sur certaines communes soient observés des îlots naturels isolés. Le **maintien des populations d'espèces isolées** au sein de ces îlots est à terme difficile, ce qui détériore l'état de conservation des espèces à plus grande échelle.

Différents éléments du territoire peuvent contribuer au **maintien** et à la **restauration** des **corridors écologiques** d'un territoire : boisements, bosquets, friches arbustives et herbacées, haies, ripisylves, forêts alluviales, vergers, prairies, mares, étangs, canaux, cours d'eau, bras morts, passages à faune, etc. Sachant que chaque espèce a sa propre niche écologique, il est important de connaitre tant les espèces (faunistiques et floristiques) et leurs comportements que les habitats associés.

Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) et Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE)

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant Engagement National pour l'Environnement, dite « Loi Grenelle II », a émis un ensemble de mesures destinées à préserver la diversité du vivant. Parmi celles-ci figure l'élaboration, dans chaque région, d'un **Schéma Régional de Cohérence Écologique** (SRCE), conjointement par l'État et le Conseil Régional. Le SRCE est un document qui met en évidence la **Trame Verte et Bleue** (TVB) à l'échelle régionale. Adopté en 2015, il est repris dans le **Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires** (SRADDET) de la région Bourgogne-Franche-Comté, qui a été approuvé en septembre 2020.

Parmi les grands objectifs du SRADDET figurent la **préservation et la restauration des continuités écologiques** ainsi que le fait de **placer la biodiversité au cœur de l'aménagement**.

Le Grenelle de l'Environnement a défini la trame verte comme étant "un **outil d'aménagement du territoire** qui permettra de créer des continuités territoriales". La trame bleue est son équivalent formé des cours d'eau et des zones humides (marais, rivières, étangs, etc.), ainsi que de la végétation bordant ces éléments. Ainsi, la **trame verte et bleue** (TVB) est une **politique de préservation et de rétablissement** des **capacités de déplacement** des espèces terrestres, aquatiques et volantes.

La TVB est constituée de **deux éléments principaux** déclinés par sous-trames (en fonction des milieux) :

- Les **réservoirs de biodiversité** : ce sont des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée. Les espèces peuvent y effectuer tout ou partie de leur cycle de vie et les habitats naturels assurent leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante. Ces réservoirs abritent des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent et sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces ;
- Les **corridors biologiques** (ou corridors écologiques) : ils désignent un ou des milieux reliant fonctionnellement entre eux différents habitats vitaux pour une espèce, une population, ou un groupe d'espèces. Ces infrastructures naturelles sont nécessaires au déplacement de la faune et des structures de propagation de la flore et fonge, mais pas uniquement. En effet, même durant les migrations et mouvements de dispersion, les animaux doivent continuer à manger, dormir (hiberner éventuellement) et se protéger de leurs prédateurs. La plupart des corridors faunistiques sont donc aussi des sites de reproduction, de nourrissage, de repos, etc.).

Les **éléments fragmentant** sont localisés pour la cohérence écologique du territoire. Des **espaces à renaturer**, correspondant aux secteurs sur lesquels des actions ciblées de restauration de la biodiversité sont nécessaires, sont également identifiés.

Ces éléments sont identifiés par **sous-trames**, c'est-à-dire par **grands types d'habitats susceptibles d'accueillir les mêmes cortèges d'espèces.** La trame verte et bleue est identifiée en s'appuyant sur plusieurs espèces ou guildes d'espèces, présentant des enjeux de conservation ou caractéristiques de la région.

Inscription de l'emprise du parc au sein du SRCE

Carte 6 - Schéma Régional de Cohérence Écologique de Bourgogne p.29

Les **boisements de la zone d'étude stricte et de l'aire d'étude** rapprochées sont identifiés comme **réservoirs de biodiversité** pour les espèces de la **sous trame forestière**. Ils sont reliés entre eux par un **corridor forestier** à préserver qui passe dans l'aire d'étude rapprochée, à l'est de la zone d'étude stricte.

Un **corridor des pelouses à restaurer** est identifié le **long des coteaux orientés sud de la vallée de la Vanne**. Il longe l'est de la zone d'étude stricte et contient quelques réservoirs de biodiversité, notamment au sein du site Natura 2000 Pelouses à orchidées et habitats à chauve-souris des vallées de l'Yonne et de la Vanne.

Enfin, **la Vanne et sa vallée** constituent un **réservoir de biodiversité de la sous-trame aquatique**, auquel est associé un **corridor humide**.

BORALEX

Parc éolien des Clérimois (89)

Suivi environnemental

Schéma Régional de Cohérence Écologique de Bourgogne

Aires d'étude
- Zone d'étude
- Aire d'étude immédiate (600 m)
- Aire d'étude rapprochée (6 km)

Parc éolien actuel
- Eolienne en service

Sous-trame eau
- Réservoir de biodiversité
- Milieu humide associé au cours d'eau à préserver

Sous-trame plans d'eau et zones humides
- Réservoir de biodiversité
- Corridor humide à préserver
- Obstacle

Sous-trame prairies/bocage
- Réservoir de biodiversité

Sous-trame pelouses
- Réservoir de biodiversité
- Corridor pelouse à restaurer

Sous-trame forêts
- Réservoir de biodiversité
- Corridor forêt à restaurer
- Corridor forêt à préserver
- Obstacle

0 1 2 3 4 5

Kilomètres

auddicé

Réalisation : AUDDICE, mai 2023
Sources de fond de carte : IGN SCAN 100
Sources de données : BORALEX - AUDDICE, 2022 - DREAL BOURGOGNE, SRCE, 2015

2.4 Schéma Régional Éolien de Bourgogne (SRE)

Le Schéma régional éolien vise à définir et encadrer les possibilités de développement de l'énergie éolienne. Il met donc en lumière des zones où le développement éolien est possible et d'autres où il est incompatible avec les activités et les enjeux du secteur.

Deux groupes faunistiques sont particulièrement sensibles aux éoliennes, l'avifaune et les chiroptères. Ces deux groupes ont ainsi fait l'objet d'une analyse par le SRE et des cartes d'enjeux ont été éditées.

2.4.1 Avifaune

Carte 7 - Schéma Régional Éolien de Bourgogne – Sensibilité avifaunistiques p.31

Concernant l'avifaune, une étude régionale « Définition et cartographie des enjeux avifaunistiques vis à vis du développement de l'énergie éolienne en Bourgogne » établie en 2007 par la Fédération des associations ornithologiques de Bourgogne (identifiée sous le nom « Étude et Protection des Oiseaux en Bourgogne », EPOB) et actualisée en 2009 a permis de dresser une **carte de synthèse de la sensibilité des territoires au regard des enjeux avifaune.**

Sur cette carte, figurent **le couloir de migration principal des grues cendrées**, ainsi que **les couloirs secondaires, en provenance des lacs de Champagne-Ardenne**, et se dirigeant vers le sud, ainsi que la localisation des différents secteurs concernés par les **espèces sensibles à l'éolien**. Ont ainsi été relevés la présence **d'espèces particulièrement sensibles**, telles la **Cigogne noire**, le **Milan royal** ou le **Circaète Jean-le-Blanc**, espèces qui se rencontrent dans le Châtillonnais, l'Auxois, l'arrière-côte de Beaune et de Dijon ou le Nivernais central.

Ont également été reportées sur la carte issue de l'étude précédente les zones de protection spéciales (sites Natura 2000 relatifs aux oiseaux).

Ainsi, la **zone d'étude** est située **en limite nord d'un couloir de migration de grues cendrées.** Il est également **dans un couloir à sensibilité forte qui suit la vallée de la Vanne** (sur une échelle allant de faible à très forte). Un autre **couloir à sensibilité forte suit la vallée de l'Yonne**, au sein de laquelle se situent plusieurs **secteurs à sensibilité très forte** correspondant à des zones de nidification d'espèces très sensibles à l'éolien.

2.4.2 Chiroptères

Carte 8 - Schéma Régional Éolien Bourgogne – Sensibilités chiroptérologiques p.32

Une étude régionale réalisée par la Société d'Histoire Naturelle d'Autun (SHNA) dans le cadre du Plan Régional d'Action des Chiroptères (PRAC) a permis de dresser **l'inventaire des habitats** (habitations ou cavités) de ces espèces en Bourgogne, avec l'application d'une méthodologie arrêtée au plan national pour caractériser la **richesse des différents sites**.

Sont également reportés sur la carte (datant de 2011) les sites Natura 2000 propres aux chiroptères.

L'aire d'étude rapprochée (6 km) comprend **huit sites « chiroptères » d'intérêt local et un d'intérêt régional.** Aucun de ces sites n'est compris dans l'aire d'étude immédiate (600 m). Beaucoup d'entre eux sont inclus dans des ZNIEFF décrites précédemment.

BORALEX

Parc éolien des Clérimois (89)

Suivi environnemental

Sensibilités avifaunistiques
SRE Bourgogne

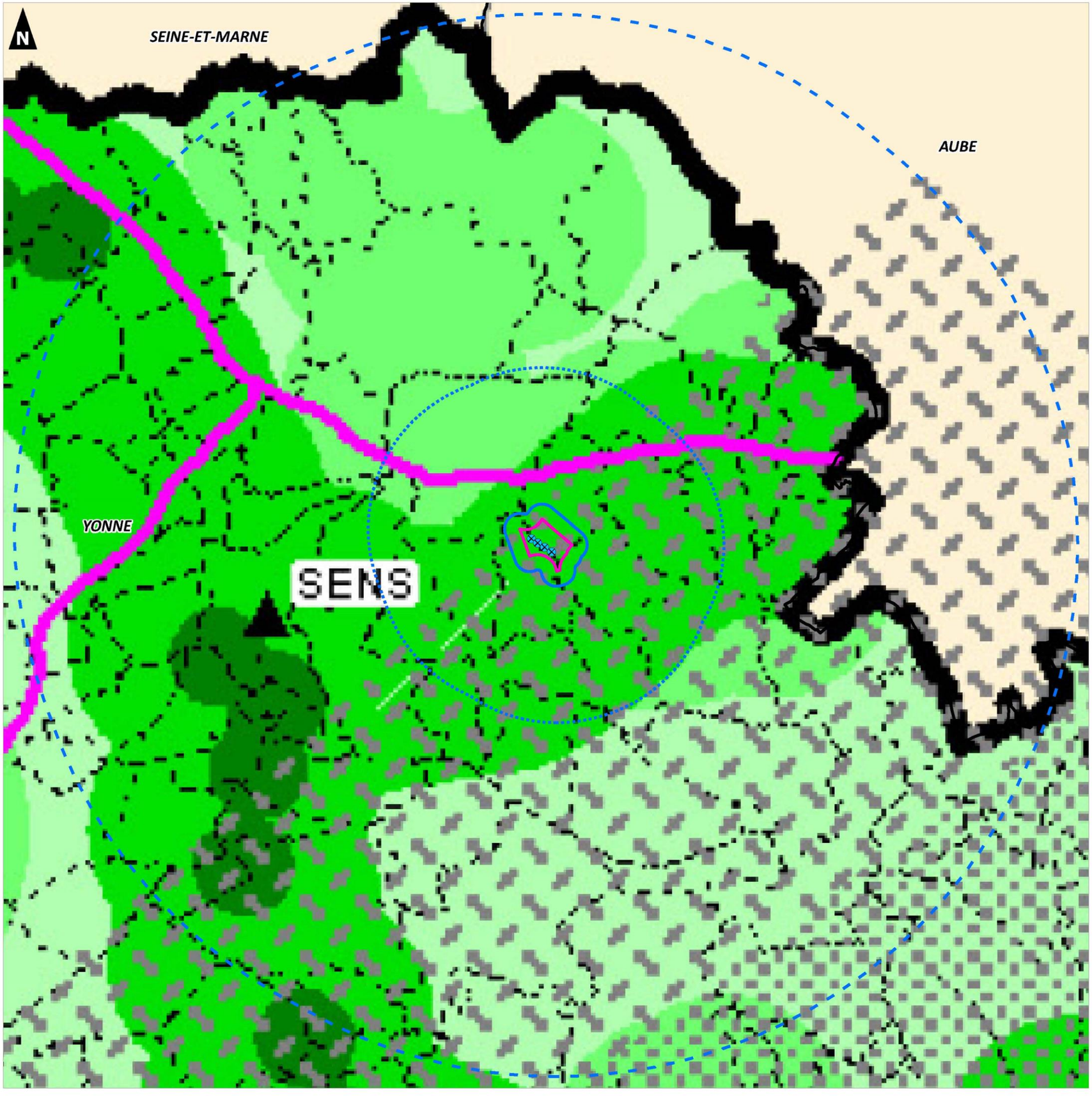
Aires d'étude
- Zone d'étude
- Aire d'étude immédiate (600 m)
- Aire d'étude rapprochée (6 km)
- Aire d'étude éloignée (20 km)

Limites administratives
- Limite communale
- Limite départementale

Réseau routier
- Autoroute

Parc éolien actuel
- Eolienne en service

Sensibilité avifaune (Ordre croissant)
- 1
- 2
- 3
- 4
- Données à mobilisées
- Couloir grue



0 5 10 15

Kilomètres

auddicé

Réalisation : AUDDICE, mai 2023
Sources de fond de carte : DREAL Bourgogne SRE, 2012
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BORALEX - AUDDICE, 2022 - DREAL Bourgogne SRE, 2012

BORALEX

Parc éolien des Clérimois (89)

Suivi environnemental

Sensibilités chiroptérologiques
SRE Bourgogne

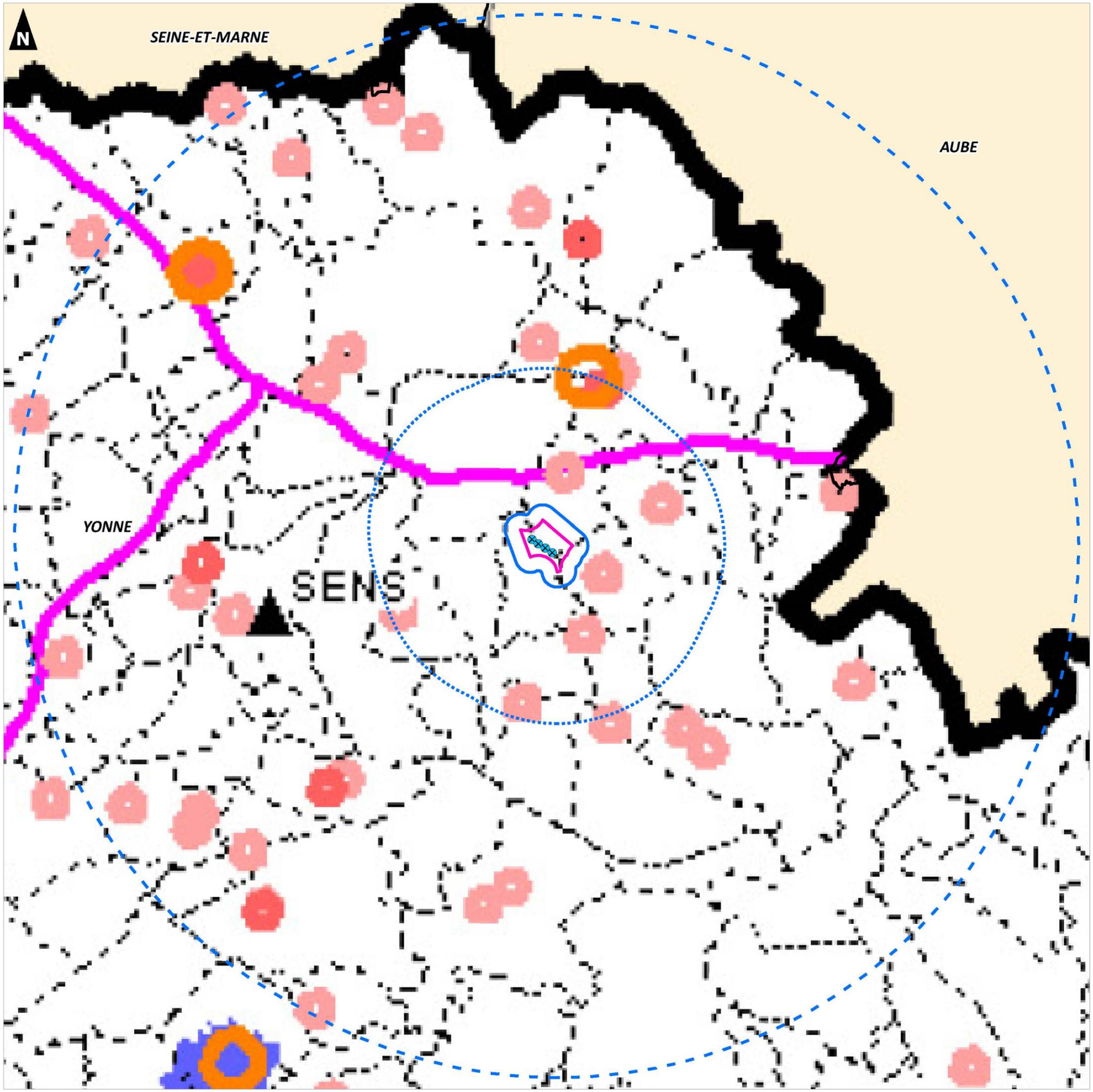
Aires d'étude
- Zone d'étude
- Aire d'étude immédiate (600 m)
- Aire d'étude rapprochée (6 km)
- Aire d'étude éloignée (20 km)

Limites administratives
- Limite communale
- Limite départementale

Réseau routier
- Autoroute

Parc éolien actuel
- Eolienne en service

Sites "chiroptère" d'intérêt
- Régional
- Départemental
- Local
- SIC (NATURA 2000) lié aux chiroptères



0 5 10 15
Kilomètres

Réalisation : AUDDICE, mai 2023
Sources de fond de carte : DREAL Bourgogne SRE, 2012
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BORALEX - AUDDICE, 2022 - DREAL Bourgogne SRE, 2012

auddicé

2.5 Contexte éolien

Le contexte éolien est étudié à l'échelle des vingt kilomètres autour du parc.

Carte 9 - Contexte éolien (au 04/01/2023) p.34

Le parc éolien des Clérimois s'inscrit dans un **contexte éolien très peu dense** : seuls **cinq autres parcs sont situés dans les vingt kilomètres** aux alentours. Parmi eux, trois sont construits et en activité, pour un total de **quatorze éoliennes** et deux sont autorisés mais pas encore en activité (**neuf éoliennes**).

Le parc éolien des Molinons est situé à environ sept kilomètres à l'est du parc des Clérimois, de l'autre côté de la vallée de la Vanne (cinq éoliennes en activité.

Les parcs du Pays d'Othe 1 et 2, tous deux en activité et présentant un total de neuf machines, sont regroupées avec le parc éolien du Chemin Vert (cinq machines, autorisées mais non construites) à environ neuf kilomètres au sud-est du parc des Clérimois.

Enfin, le parc éolien de Villiers-Louis, constitué de quatre machines, autorisé mais non construit, est situé à environ quatre kilomètres à l'ouest du parc des Clérimois.

BORALEX

Parc éolien des Clérimois (89)

Suivi environnemental

Contexte éolien

Aires d'étude

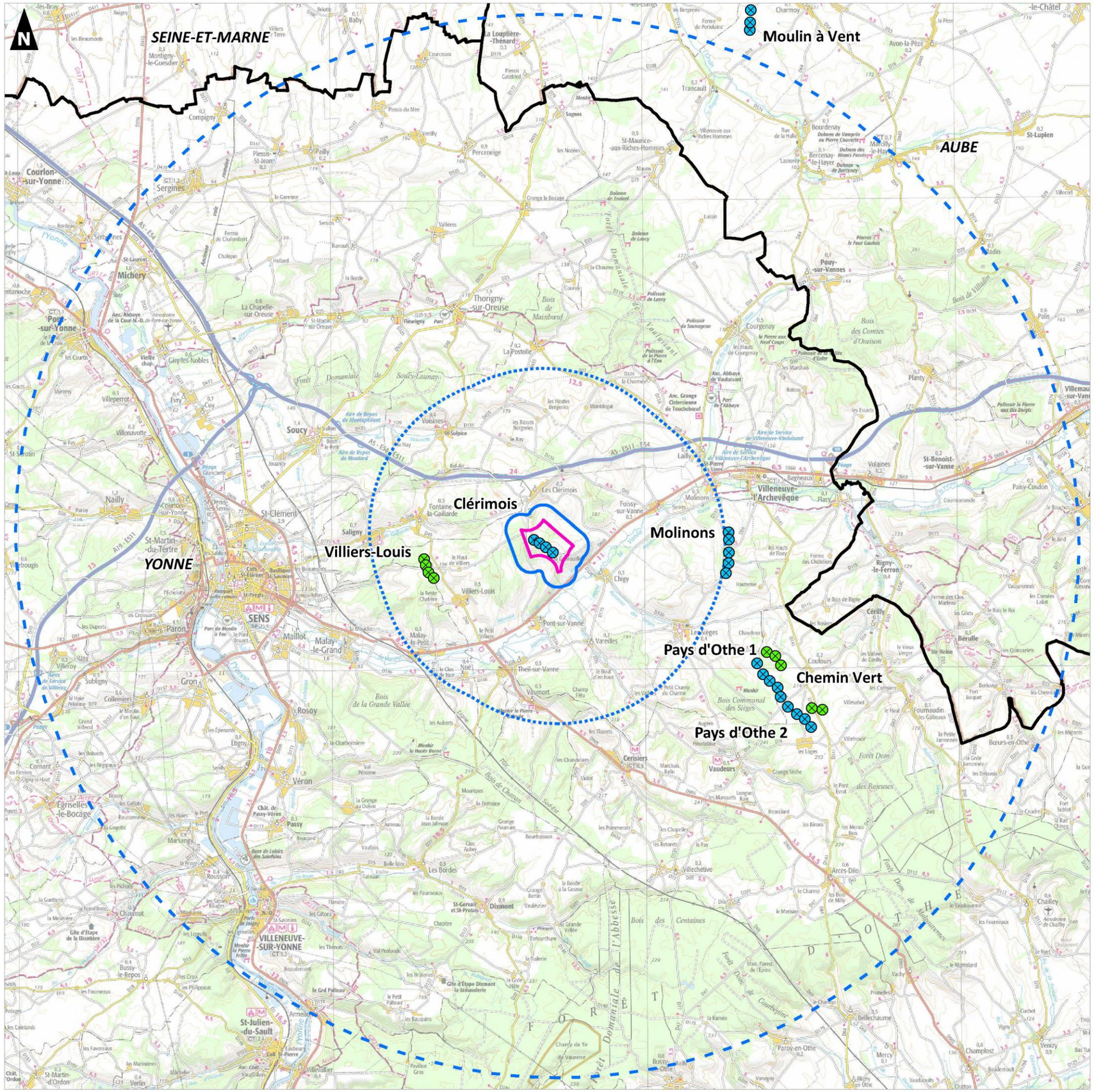
- Zone d'étude
- Aire d'étude immédiate (600 m)
- Aire d'étude rapprochée (6 km)
- Aire d'étude éloignée (20 km)

Limtes administratives

- Limite départementale

Contexte éolien (au 04/01/2023)

- Eolienne construite
- Eolienne accordée



0 5 10 15

Kilomètres

auddicé

Réalisation : AUDDICE, mai 2023
Sources de fond de carte : IGN SCAN 100
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - DREAL - BORALEX - AUDDICE, 2022

CHAPITRE 3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Équipe de travail

Équipe de travail	Fonction pour l'étude
Noémie DELAYE	Chargée d'études - Mortalité
Quentin LE BAYON	Chargé d'études - Mortalité
Antoine SALMON	Chargé d'études - Chiroptérologue
Laurine CASANOVA	Cheffe de projets écologue
Jérémy WARIN	Responsable de l'agence Est

3.2 Protocole - Suivi de l'activité chiroptérologique

3.2.1 Méthode d'échantillonnage – Inventaires en altitude

Un enregistrement de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle en continu est mis en œuvre. Le matériel utilisé est un Batlogger WE X1 de Elekon. Il s'agit d'un dispositif couvrant la diversité des caractéristiques acoustiques des espèces de chiroptères. Il permet également la récupération des données à distance.

En accord avec le protocole de suivi des parcs éoliens de 2018, ce suivi est réalisé sans échantillonnage temporel (chaque nuit, depuis une heure avant le coucher de soleil jusqu'à une heure après le lever de soleil), avec un micro omnidirectionnel orienté vers la base du rotor et une bonne qualité d'enregistrement (en maîtrisant notamment au préalable les limites de la mise en œuvre de chaque système et leurs paramétrages pour éviter les parasites acoustiques.

Le dispositif a été mis en place le **19 mars 2022 dans la nacelle de l'éolienne E2**. Il a été récupéré en début d'année 2023. Ainsi les inventaires permettent d'appréhender la totalité du cycle biologique des chauves-souris en activité (de mars à novembre).

3.2.2 Exploitation des résultats

Les résultats moyens sont alors exprimés **en nombre de contacts par nuit d'enregistrement**. Un contact correspond à une séquence acoustique bien différenciée d'une **durée de 5 secondes**. Un même individu chassant en aller et retour peut ainsi être noté plusieurs fois, car les résultats quantitatifs expriment bien une **mesure de l'activité et non une abondance de chauves-souris**. Cette méthodologie d'étude a pour but d'établir un indice d'activité selon une méthode quantitative (BARATAUD, 2004).

Le nombre de contact par nuit est ensuite ramené **en contacts par heure**. Cela permet de supprimer le biais créé en comparant l'activité chiroptérologique sur des nuits de durée différentes. En effet, certaines espèces, notamment les Murins, sont actifs une grande partie de la nuit et la durée de la nuit influence donc l'activité mesurée. Le nombre de contact par heure est donc un meilleur indice d'activité pour des études sur de longues périodes.

L'indice d'activité peut ainsi être **comparé à un référentiel d'activité**. Pour cette étude, le référentiel d'activité ODENA est utilisé (Annexe 2). Il s'agit d'un référentiel développé par Auddicé environnement, qui à partir du nombre de contact par heure fournie une aide à la détermination de niveaux d'activité. A partir d'une base de données, cet outil compile les résultats de nuits d'enregistrement réalisées selon des critères définis (type d'appareil, classe de hauteur du micro, région biogéographique …). Ces critères sont sélectionnés par l'utilisateur dans ODENA qui réalise ensuite un calcul des seuils de niveaux d'activité à partir des résultats de la recherche selon 5 classes d'activité. Ces classes d'activités sont présentées en annexe.

Ce référentiel a été présenté lors des Rencontres nationales chauves-souris de Bourges en mars 2018, et a fait l'objet d'un article sous presse dans la revue « L'Envol des Chiros » en avril 2019.

Les données sont analysées sur l'ensemble de l'année puis selon chaque période d'activité des chiroptères :

- Période de transit printanier : du 15 mars au 14 mai,
- Période de parturition : du 15 mai au 15 août
- Période de transit automnal : du 16 août au 31 octobre.

3.3 Protocole – Suivi de mortalité

L'installation et l'exploitation d'un parc éolien implique des impacts sur l'avifaune et les chiroptères, notamment la **mortalité directe par collision**. Le **suivi de mortalité** permet d'évaluer cet impact et ainsi l'incidence des éoliennes sur les **populations environnantes d'oiseaux et de chiroptères**. Si celle-ci est **significative**, alors des **mesures correctives pourront être proposées et mises en place**.

L'activité de l'avifaune et des chiroptères étant très dépendante du paysage et de l'occupation du sol, la mortalité peut être hétérogène au sein d'un parc. Le protocole national révisé en mars 2018 préconise donc de contrôler au minimum :

- Pour un parc de huit éoliennes et moins : toutes les éoliennes
- Pour un parc de plus huit éoliennes (n étant le nombre d'éoliennes) : au minimum $8 + \frac{n-8}{2}$ éoliennes

Les quatre éoliennes du parc sont donc prospectées.

Le protocole national recommande de réaliser les prospections de la semaine 20 à la semaine 43. La période peut s'étendre au reste de l'année si des enjeux particuliers ont été identifiés. **Vingt-quatre visites** sont réalisées sur le parc des Clérimois, **réparties de mai à octobre 2022**. La totalité de la période d'étude est divisée en deux périodes (P1 et P2), selon les périodes d'activité variable de la faune, comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

Les dates de passages et les données météorologiques sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 7. Conditions météorologiques observées lors du suivi de mortalité

Période pour l'avifaune/période pour les chiroptères	Semaine	Date	Données météorologiques	Périodes d'analyse
Migration prénuptiale ou nidification / Transit printanier	S20	17/05/2022	17°C ; ciel très nuageux ; bonne visibilité ; vent faible	Période 1 (P1)
	S21	25/05/2022	24°C ; ciel nuageux ; bonne visibilité ; vent faible	
	S22	02/06/2022	20°C ; ciel nuageux ; bonne visibilité, vent nul	
Nidification / Parturition	S23	07/06/2022	16°C ; ciel très nuageux ; bonne visibilité ; vent faible	
	S24	13/06/2022	18°C ; ciel clair ; bonne visibilité ; vent faible	
	S25	20/06/2022	18°C ; ciel nuageux, bonne visibilité, vent faible	
	S26	28/06/2022	22°C ; ciel peu nuageux ; bonne visibilité ; vent nul	
	S27	04/07/2022	21°C, ciel peu nuageux ; bonne visibilité ; vent faible	
	S28	13/07/2022	22°C ; ciel nuageux ; bonne visibilité ; vent nul	
	S29	19/07/2022	20°C ; ciel clair ; bonne visibilité ; vent faible	
	S30	26/07/2022	22°C ; ciel couvert ; bonne visibilité ; vent modéré	
	S31	01/08/2022	24°C ; ciel très nuageux ; bonne visibilité ; vent faible	
Migration postnuptiale / Parturition	S32	08/08/2022	26°C ; ciel clair ; bonne visibilité ; vent modéré	Période 2 (P2)
	S33	16/08/2022	25°C ; ciel nuageux ; bonne visibilité ; vent faible	
	S34	22/08/2022	22°C ; ciel couvert ; bonne visibilité ; vent faible	
	S35	31/08/2022	20°C ; ciel peu nuageux ; bonne visibilité ; vent faible	
	S36	05/09/2022	25°C ; ciel clair ; bonne visibilité ; vent faible	
	S37	14/09/2022	22° ; ciel nuageux ; bonne visibilité ; vent modéré	
	S38	22/09/2022	19°C ; ciel peu nuageux ; bonne visibilité ; vent faible	
Migration postnuptiale / Transit automnal	S39	30/09/2022	4°C ; ciel clair ; brouillard ; vent nul	
	S40	03/10/2022	11°C ; ciel couvert ; bonne visibilité ; vent faible	
	S41	10/10/2022	16°C ; ciel couvert ; bonne visibilité ; vent modéré	
	S42	19/10/2022	20°C ; ciel peu nuageux ; bonne visibilité ; vent modéré	
	S43	26/10/2022	15°C ; ciel clair ; bonne visibilité ; vent faible	

La recherche de cadavres d'oiseaux et de chauves-souris s'effectue à pied sous les éoliennes et couvre une surface de **100 m par 100 m centrée sur chaque machine**. L'espacement entre les transects est de 5 à 10 mètres selon le couvert végétal et la visibilité.

La recherche ne saurait être exhaustive. En effet :

- Les cadavres peuvent, selon les conditions, être victime de prédation et disparaître rapidement ;
- La surface à prospecter est considérable ;
- La recherche et la découverte des cadavres est très difficile dans les parcelles dont la végétation a dépassé une certaine hauteur, en raison d'une mauvaise visibilité. Ces zones ne sont pas prospectées.

Carte 10 - Surfaces prospectées lors du suivi de mortalité p.38

Des corrections sont mises en œuvre lors de l'analyse des données pour minimiser ces biais.

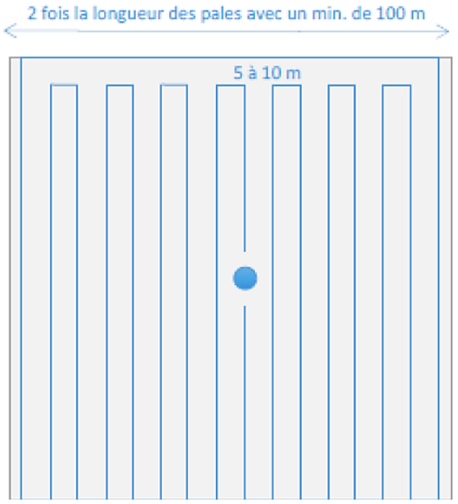


Figure 7. Schéma représentatif du protocole de passage sur la surface prospecté

Toute dépouille est identifiée dans la mesure du possible et localisée. Une fiche de renseignement est complétée.

Les fiches renseignent plusieurs paramètres dont :

- Localisation de l'animal : distance et position par rapport au mât ;
- Catégorie de l'animal : rapace, canard, goéland, passereaux, chauves-souris ;
- Espèce supposée ;
- État apparent / Blessures : animal entier, remarques… ;
- Photographies (2 ou 3 par cadavre) ;
- Cause éventuelle de la mort.

BORALEX

Parc éolien des Clérimois (89)

Suivi environnemental

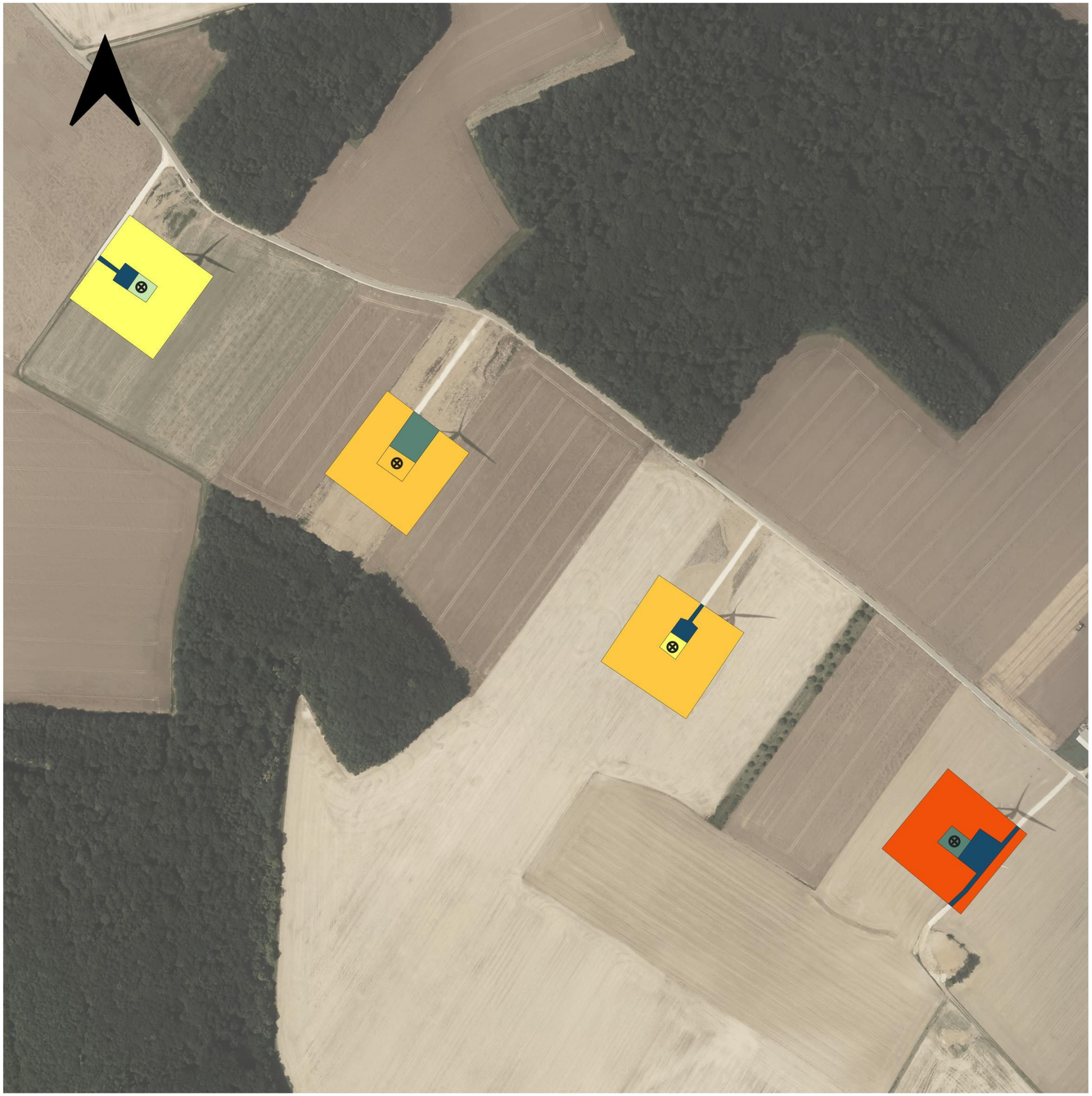
Surfaces prospectées lors du suivi de mortalité

Parc éolien

⊗ Éolienne en service

Surfaces prospectées au cours du suivi

- 30-40%
- 60-70%
- 70-80%
- 80-90%
- 90-100%
- 100%



0 100 200 m

auddicé environnement

Réalisation : Auddicé, juin 2023
Source fond de carte : BD Ortho
Sources de données : BORALEX - AUDDICE, 2023

3.4 Méthodes d'estimation de la mortalité

La prospection des cadavres n'étant pas exhaustive, une estimation de la mortalité est calculée afin de juger du niveau d'impact du parc éolien. De nombreuses méthodes de calcul existent. Elles présentent chacune des avantages et inconvénients qui peuvent engendrer de fortes variations sur les estimations. Trois formules différentes parmi les plus récentes sont utilisées ici afin d'obtenir une fourchette de résultats.

3.4.1 Calculs des coefficients de correction

3.4.1.1 Test d'efficacité (coefficient correcteur Z)

Cette composante permet de **corriger une partie des biais liés aux prospections**.

Tous les cadavres présents dans les zones prospectées ne sont pas systématiquement trouvés par les observateurs, ce qui entraine une sous-estimation du nombre de cadavres.

Le **test d'efficacité de l'observateur** permet de corriger ce biais. Il consiste en la disposition, à l'insu des observateurs, d'un nombre connu de carcasses autour d'une éolienne. Le nombre de carcasses détectées est ensuite comparé au nombre de carcasses placées sur les lieux.

Ainsi, **Z = Nombre de carcasses retrouvées / nombre de carcasses placées.**

Le test d'efficacité a été effectué **au cours du suivi** (19 juillet 2022 et le 3 octobre 2022), pour des types d'habitats distincts et spatialement répartis dans le parc éolien.

Respectivement treize et quinze carcasses-tests ont été utilisées pour le test. Les carcasses-tests sont placées au hasard dans l'aire de recherche et leur emplacement est géoréférencé afin de pouvoir les localiser ultérieurement si elles ne sont pas trouvées pendant le test. Les carcasses utilisées sont des poussins et des micromammifères (souris blanches et noires).

3.4.1.2 Taux de persistance des cadavres (coefficient correcteur T_m)

Cette composante permet de **corriger une partie des biais liés aux prospections**.

Les tests de persistance des carcasses permettent de déterminer les **taux de persistance**. Ils ont pour but d'estimer **la part de chauves-souris ou d'oiseaux consommés par des prédateurs entre les passages de suivi**. Les estimations des taux de persistance des carcasses servent au rajustement du nombre de carcasses trouvés au cours des suivis afin de corriger le biais de persistance.

Le test de prédation des carcasses a été effectué au même moment que le test d'efficacité, en juillet et octobre, pour des types d'habitat distincts et spatialement répartis dans le parc éolien.

Douze carcasses-test ont été utilisées à chaque test (souris et poussins). Celles-ci sont disposées dans les zones susceptibles de recevoir les cadavres d'oiseaux victimes de collision avec les pales (autour des éoliennes). Elles sont ensuite suivies jusqu'à leur disparition afin de déterminer le taux de prédation en fonction du temps écoulé.

Les carcasses sont suivies jusqu'à ce que toutes les carcasses soient retirées ou jusqu'à la fin de la période des tests de persistance des carcasses. Pour chaque test, le déroulement est le suivant :

- j0 : dépôt des cadavres ;
- j+1 : première recherche ;
- Puis deux passages par semaine jusqu'à disparition des cadavres.
- j+14 : arrêt du test même s'il reste des cadavres non prédatés.

3.4.1.3 Coefficient correcteur de surface A

Cette composante permet de **corriger une partie des biais liés aux prospections**.

La probabilité de détection est considérablement **liée à la surface observable de manière efficace depuis la ligne de transect.** Ainsi, elle peut varier de manière importante suivant la hauteur et la densité du couvert végétal. Ce biais est corrigé grâce au test d'efficacité du prospecteur (comme vu précédemment). Cependant, lorsque les conditions ne permettent pas une prospection complète lors de la recherche de cadavres (zone qualifiée de non prospectable : pente forte, végétation trop haute ou dense, etc.), il est important de prendre en considération la proportion de cette zone. La prise en compte de ce biais est rendue possible grâce au coefficient correcteur de surface « A ».

Pour le calcul de A, sont considérés quatre carrés centrés sur l'éolienne, comme présentés dans la figure ci-dessous.

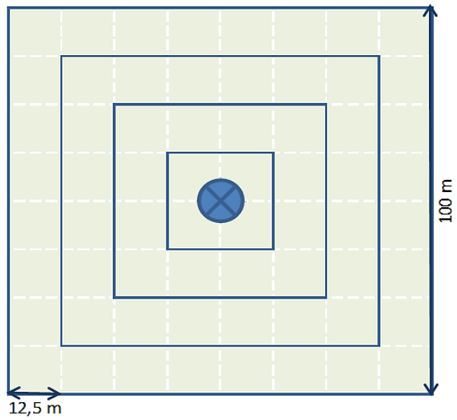


Figure 8. Schéma représentatif des carrés concentriques dont la surface réellement prospectée est à renseigner pour le calcul du coefficient correcteur « a » : Éolienne.

Ainsi, d'après la formule simplifiée d'Arnett (2005), le coefficient correcteur de surface pour une éolienne vaut :

$$A = \frac{\sum_k^4 \frac{C_k}{S_k}}{\sum_k^4 C_k}$$

Avec $\mathbf{C_k}$ correspondant au nombre de carcasses trouvées dans le carré concentrique **k** ; et $\mathbf{S_k}$ correspondant à la portion de surface prospectée dans le carré concentrique k, pour 4 carrés concentriques.

3.4.2 Estimations de la mortalité

Le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2018) ainsi que le rapport de la SFEPM « Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur la population de chiroptères » (2016) recommandent l'utilisation d'au moins trois estimateurs différents.

3.4.2.1 Le protocole Erickson (2000)

Cette formule est adaptée de celle de Winkelman (1989), aujourd'hui jugée obsolète. Elle remplace de taux de prédation par la durée moyenne de persistance des cadavres et intègre la fréquence de passage des prospections.

La formule est la suivante : $N_{estimé} = \frac{C \times I}{t_m \times Z} \times A$

- $N_{estimé}$: l'estimation du nombre total de cadavres sur la période et les éoliennes suivies ;
- **C** : le nombre total de cadavres retrouvés ;
- **I** : durée d'intervalle entre 2 visites (= fréquence de passage, en jours) ;
- $\mathbf{t_m}$: durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) ;
- **Z** : taux d'efficacité (ou taux de détection) du chercheur ;
- **A** : coefficient correcteur de surface.

3.4.2.2 Le protocole Jones (2009)

L'indice de Jones considère que le taux de mortalité est constant sur l'intervalle de temps considéré, que le taux de persistance d'un cadavre suit une loi exponentielle négative et que la probabilité de disparition moyenne est identique au cours du temps.

La **variable P** (taux de persistance des cadavres) devient alors : $P = e^{-0{,}5 \times \frac{I}{tm}}$

La notion d'intervalle effectif est également ajoutée. Noté Î, il correspond à la durée au-delà de laquelle il est attendu que 99% des carcasses aient disparu. Avec : $\hat{I} = -\log(0{,}01) \times t_m$

Ainsi, $N_{estimé} = \frac{C}{Z \times P \times \hat{e}} \times A$

- $N_{estimé}$: l'estimation du nombre total de cadavres sur la période et les éoliennes suivies ;
- **C** : le nombre total de cadavres retrouvés ;
- **ê** est le coefficient correcteur de l'intervalle, égal au minimum entre I et Î ;
- **I** : durée d'intervalle entre 2 visites (= fréquence de passage, en jours) ;
- $\mathbf{t_m}$: durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) ;
- **Z** : taux d'efficacité (ou taux de détection) du chercheur ;
- **A** : coefficient correcteur de surface.

3.4.2.3 Le protocole Huso (2010)

La formule de Huso (2010) est semblable à celle de Jones (2009), avec un calcul de la prédation différent. Tout en gardant l'hypothèse de Jones que la mortalité est constante au cours du temps, il considère que la probabilité de disparition à la moitié de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre p.

Ce qui donne : $P = \frac{tm \times (1 - e^{-\frac{I}{tm}})}{I}$ et $N_{estimé} = \frac{C}{Z \times P \times \hat{e}} \times A$

- $N_{estimé}$: l'estimation du nombre total de cadavres sur la période et les éoliennes suivies ;
- **C** : le nombre total de cadavres retrouvés ;
- **ê** est le coefficient correcteur de l'intervalle, égal au minimum entre I et Î ;
- **I** : durée d'intervalle entre 2 visites (= fréquence de passage, en jours) ;
- $\mathbf{t_m}$: durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) ;
- **Z** : taux d'efficacité (ou taux de détection) du chercheur ;
- **A** : coefficient correcteur de surface.

3.4.2.4 Intervalles de confiance

Les estimations des résultats de mortalité reposent sur un échantillonnage de processus aléatoires (mortalité dans le temps, persistance des cadavres, efficacité des prospection). En découlent une incertitude sur ces estimations. Ainsi, Aurélien Besnard et Cyril Bernard de l'UMR5175 du Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive de Montpellier ont développé une application, EolApp, qui permet de calculer ces intervalles de confiance. Elle se base sur le nombre de cadavres retrouvés, le nombre d'investigation, l'intervalle d'investigation, la durée de persistance et l'efficacité de détection. La correction vis-à-vis de la surface prospectée ne prend toutefois pas en compte l'évaluation par cercles concentriques.

CHAPITRE 4. RÉSULTATS DU SUIVI D'ACTIVITÉ CHIROPTÉROLOGIQUE

4.1 Ensemble de l'année

Espèces identifiées et fréquence des contacts

La période d'étude représente **237 nuits d'analyse** entre le 9/03/2022 et le 31/10/2022. Au cours de ces périodes, **6361 contacts ont été enregistrés**.

Au cours de l'année, **neuf espèces ont été identifiées avec certitude**, auxquelles s'ajoutent des contacts non identifiés d'individus appartenant aux groupes des oreillards, des pipistrelles, des « sérotules » (Sérotine ou Noctule), des murins, ainsi que de chiroptères qui n'ont pas pu être identifiés jusqu'au genre.

Des chiroptères ont été **contactés lors de 57% des nuits**, soit plus de la moitié des nuits d'enregistrement.

Les espèces les plus représentées en termes de régularité et de fréquence des contacts sont :

- La Noctule de Leisler, avec 3313 contacts sur l'année, elle est détectée lors de 48% des nuits.
- La Noctule commune, avec 945 contacts, est enregistrée lors de 19% des nuits.
- La Sérotine commune, contactées lors de 33% des nuits avec au total 837 contacts sur l'année de suivi.
- La Pipistrelle commune, avec 894 contacts sur l'année, elle est détectée lors de 23% des nuits.

Ainsi, le groupe des sérotines et noctules, le plus contacté, a été détecté lors de 53% des nuits. Les espèces du groupe des pipistrelles ont été contactée lors de 28% des nuits. Beaucoup moins fréquents, les groupes des oreillards et des murins ont été détectés respectivement lors de 3% et 1% des nuits.

Tableau 8. Résultats bruts de l'activité des chiroptères par espèce sur l'ensemble de l'année

Groupe d'espèces	Espèce Nom vernaculaire	Activité (nombre de contacts)			Part des nuits avec au moins un contact
		Totale	Moyenne par heure si présence	Maximum par heure en une nuit	
Sérotines et/ou Noctules	Noctule commune	945	1,19	16,35	19%
	Noctule de Leisler	3313	2,04	38,92	48%
	Sérotine commune	837	0,79	8,97	33%
	"Sérotule" indéterminée	200	0,31	2,39	17%
Pipistrelles	Pipistrelle commune	864	2,48	46,61	23%
	Pipistrelle de Kuhl	79	0,91	1,18	3%
	Pipistrelle de Nathusius	52	0,32	1,23	7%
	Pipistrelle du groupe	39	0,39	0,91	4%
	Kuhl/Nathusius indéterminée				
	Pipistrelle indéterminée	3	0,09	0,10	1%
Murins	Murin de Bechstein	2	0,08	0,09	1%
	Murin indéterminé	3	0,24	0,24	0%
Oreillards	Oreillard gris	2	0,17	0,17	0%
	Oreillard roux	7	0,13	0,26	2%
	Oreillard indéterminé	7	0,12	0,17	2%
Indéterminés	Chiroptère indéterminé	8	0,10	0,19	3%
Toute espèce confondue		6361	4,37	68,78	57%
Pipistrelles		1037	2,34	49,40	28%
Sérotines et/ou Noctules		5295	2,98	63,91	53%
Murins		5	0,14	0,24	1%
Oreillards		16	0,20	0,51	3%
Indéterminés		8	0,11	0,19	3%

Analyse de l'activité chiroptérologique globale

L'activité chiroptérologique enregistrée correspond au nombre de contacts : elle dépend donc de l'activité réelle des individus à hauteur de nacelle, mais aussi de leur détectabilité et de leur fréquence de cri.

Lors des nuits d'activité des chiroptères, l'activité globale durant l'ensemble de l'année est **majoritairement forte**. Elle **atteint ou dépasse le niveau modéré lors de 37% des nuits**.

Les premiers contacts de la période analysée ont lieu le 15 mars et les derniers contacts le 31 octobre, soit une présence sur quasiment la totalité de la période étudiée. L'activité chiroptérologique **n'est pas régulière**, avec de **nombreux pics sur la période**, qui peuvent par exemple s'expliquer par une météo clémente ou la présence importantes de proies à proximité de l'enregistreur.

Les chiroptères sont globalement plus actifs en période de parturition (entre le 15 mai et le 14 août) et en période de transit automnal (du 15 août au 31 octobre), mais le plus gros pic d'activité (51,7 contacts/heure) a eu lieu le 13 mai (fin du transit printanier), en raison d'une importante activité de Pipistrelle commune (501 contacts au total sur la nuit, soit 46,6 contacts par heure, mais aussi la présence de nombreuses espèces (six espèces déterminées cette nuit-là : les trois espèces de pipistrelles, la Sérotine commune et les deux espèces de noctules).

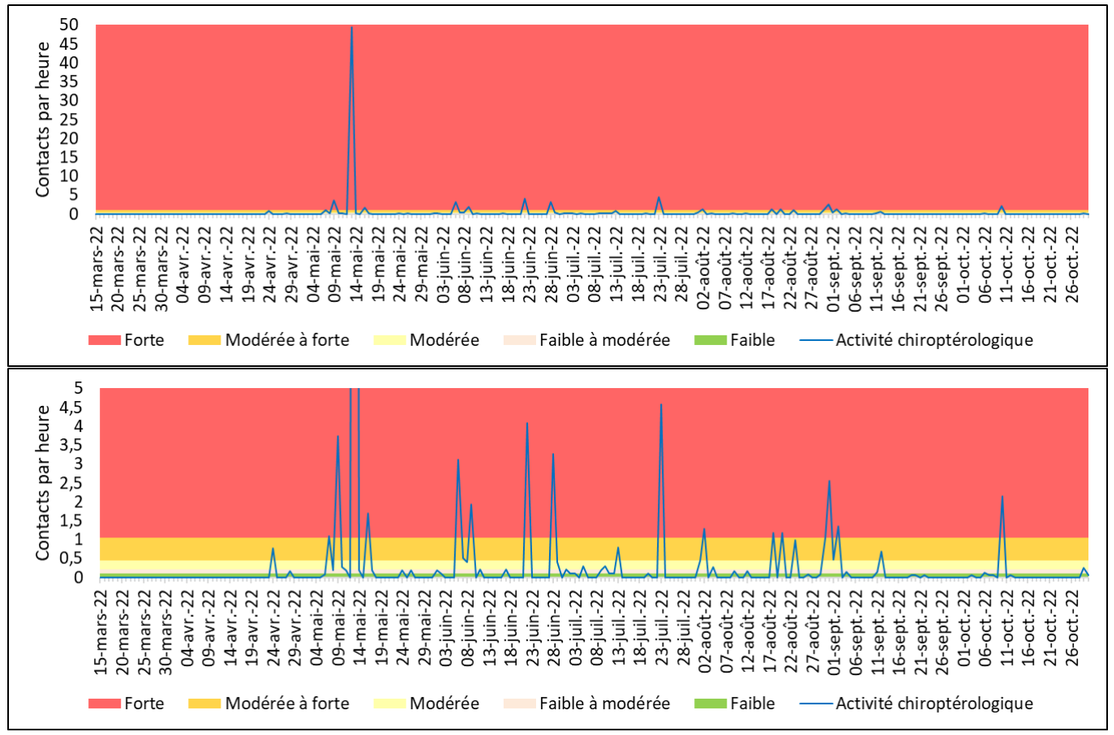


Figure 9. Activité chiroptérologique toutes espèces confondues sur l'ensemble de l'année (nombre moyen de contacts par heure de nuit) (en bas : zoom sur les activités de 0 à 5 contacts par heure)

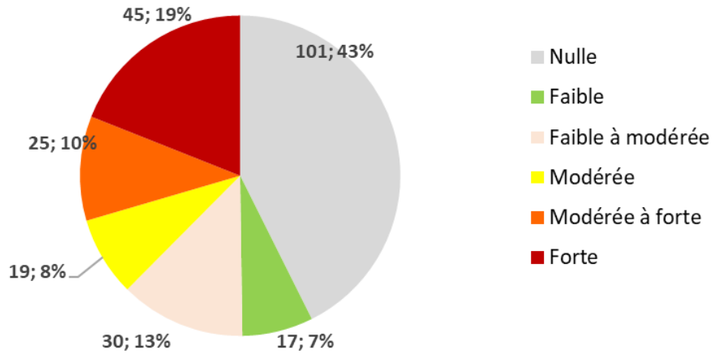


Figure 10. Niveaux d'activité toutes espèces confondues sur l'ensemble de l'année (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité)

4.2 Transit printanier

Le **transit printanier** est la période qui caractérise la **sortie d'hibernation des chauves-souris** et la reprise de l'activité nocturne. À l'issue de cette période, les **femelles se regroupent** et réintègrent les gîtes de mise-bas. Cette période correspond aux **déplacements entre les gîtes d'hivernage et les gîtes d'estivage**.

Espèces identifiées et fréquence des contacts

La période de transit printanier représente **soixante-sept nuits d'analyse** entre le 9/03/2022 et le 14/05/2022. Au cours de cette période, **663 contacts ont été enregistrés**.

Au cours de la période de transit printanier, **six espèces ont été identifiées avec certitude**, auxquelles s'ajoutent des contacts non identifiés d'individus appartenant aux groupes des sérotines ou noctules.

Des chiroptères ont été contactés **lors de 19% des nuits seulement**.

Les **espèces les plus représentées** en termes de régularité et de fréquence des contacts sur la période en question sont :

- La **Pipistrelle commune**, détectée lors de 12% des nuits pour un total de 537 contacts.
- La **Noctule de Leisler**, contactée 49 fois est présente lors de 10% des nuits.
- La **Pipistrelle de Nathusius**, avec 22 contacts sur la période, est détectée lors de 7% des nuits.

Ainsi, le **groupe des pipistrelles, le plus contacté en cette période de transit printanier**, a été détecté lors de 15% des nuits. Les espèces du groupe des « Sérotules » ont été contactée lors de 10% des nuits.

Tableau 9. Résultats bruts de l'activité des chiroptères par espèce lors du transit printanier

Groupe d'espèces	Espèce Nom vernaculaire	Activité (nombre de contacts)			Part des nuits avec au moins un contact
		Totale	Moyenne par heure si présence	Maximum par heure en une nuit	
Sérotines et/ou Noctules	Noctule commune	1	0,09	0,09	1%
	Noctule de Leisler	49	0,63	1,95	10%
	Sérotine commune	7	0,31	0,34	3%
	"Sérotule" indeterminée	1	0,09	0,09	1%
Pipistrelles	Pipistrelle commune	537	6,24	46,61	12%
	Pipistrelle de Kuhl	24	1,11	1,12	3%
	Pipistrelle de Nathusius	22	0,40	1,12	7%
	Pipistrelle du groupe	22	0,66	0,91	4%

	Kuhl/Nathusius indeterminée				
Toute espèce confondue		663	4,72	51,72	19%
Pipistrelles		605	5,61	49,40	15%
Sérotines et/ou Noctules		58	0,75	2,33	10%

Analyse de l'activité chiroptérologique globale

L'activité chiroptérologique enregistrée correspond au nombre de contacts : elle dépend donc de l'activité réelle des individus à proximité de l'enregistreur, mais aussi de leur détectabilité et de leur fréquence de cri.

Lors des nuits d'activité des chiroptères, l'activité globale durant la période de transit printanier est **majoritairement faible à modérée**. Elle **atteint ou dépasse le niveau modéré lors de 6% des nuits seulement**. De plus, lors de cette période, **81% des nuits n'ont pas présenté d'activité**.

Le premier contact a eu lieu le 15 mars. L'activité n'est pas régulière sur l'ensemble de la période, montrant une augmentation globale à partir du début du mois de mai avec deux pics d'activité forte le 9 et le 13 mai.

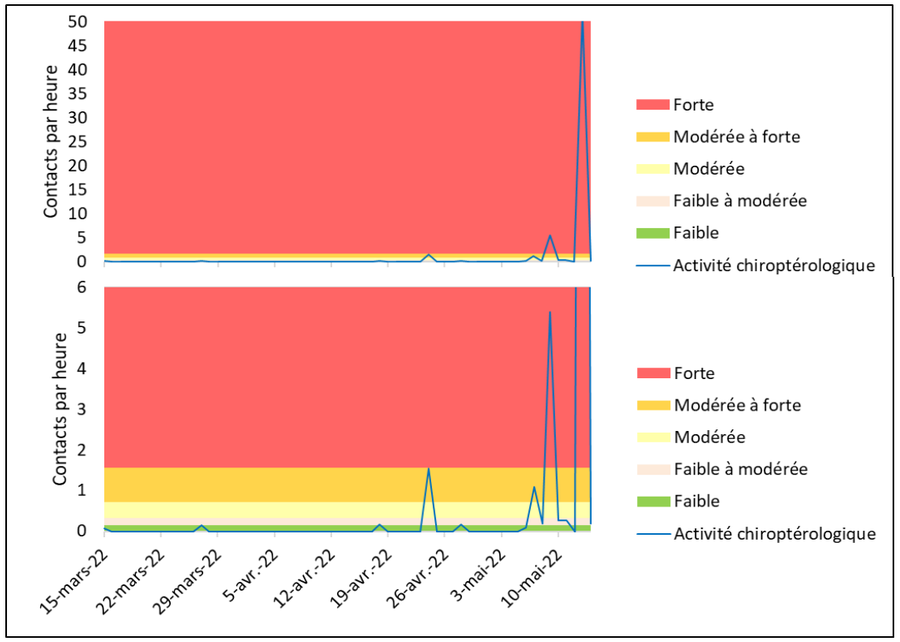


Figure 11. Activité chiroptérologique toutes espèces confondues en transit printanier (nombre moyen de contacts par heure de nuit) (en bas : zoom sur les activités de 0 à 6 contacts/heure).

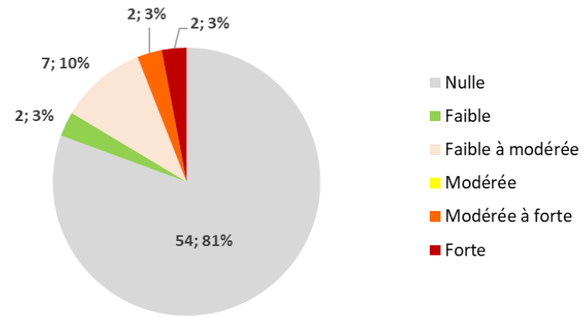


Figure 12. Niveaux d'activité toutes espèces confondues en transit printanier (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité)

Analyse de l'activité chiroptérologique par groupe et par espèce

Les espèces ou groupes d'espèces présentant les niveaux d'activité les plus importants sont détaillés plus finement afin d'identifier les espèces présentant le plus d'enjeux en cette période de transit printanier.

• Groupe des pipistrelles

L'évolution de l'activité du groupe des pipistrelles, groupe le plus contacté en période de transit printanier, est **très similaire à l'activité de l'ensemble des chiroptères sur la période**. Il est **contacté lors de 15% des nuits (**soit dix nuits sur la période). Le niveau d'activité atteint ou dépasse le niveau modéré lors de **7% des nuits**, avec un important pic d'activité le 13 mai.

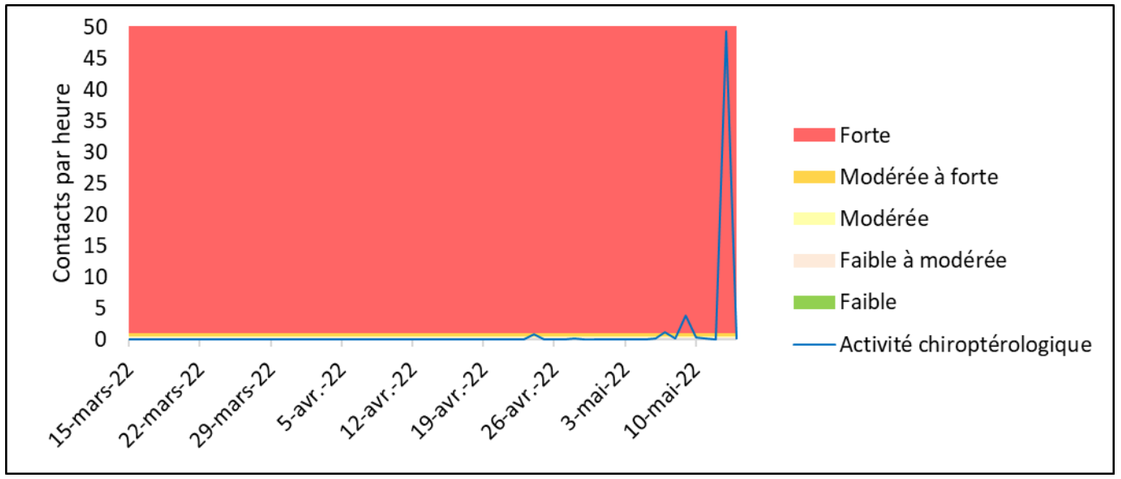


Figure 13. Activité chiroptérologique des Pipistrelles en transit printanier (nombre moyen de contacts par heure de nuit)

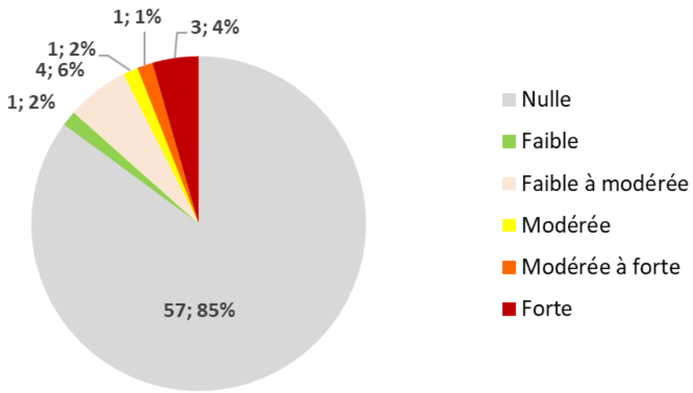


Figure 14. Niveaux d'activité du groupe des Pipistrelles transit printanier (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité)

- **Groupe des sérotines et noctules**

Les espèces du groupe des sérotines et noctules n'ont été contactées que lors de sept nuits. Lors de ces nuits, l'activité présente **majoritairement un niveau d'activité fort**. Les niveaux d'activité les plus importants sont constatés **après le milieu du mois d'avril**.

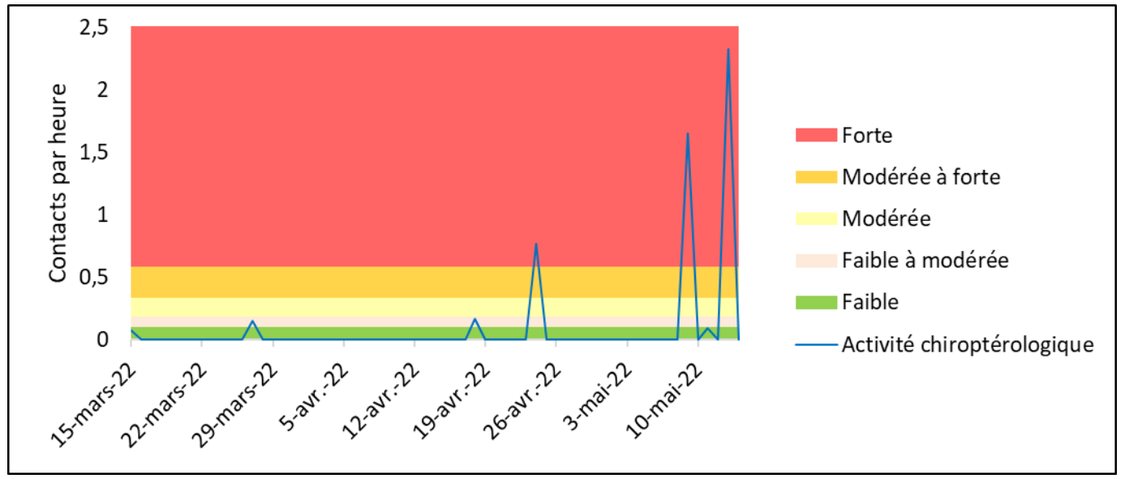


Figure 15. Activité chiroptérologique des Sérotules en transit printanier (nombre moyen de contacts par heure de nuit)

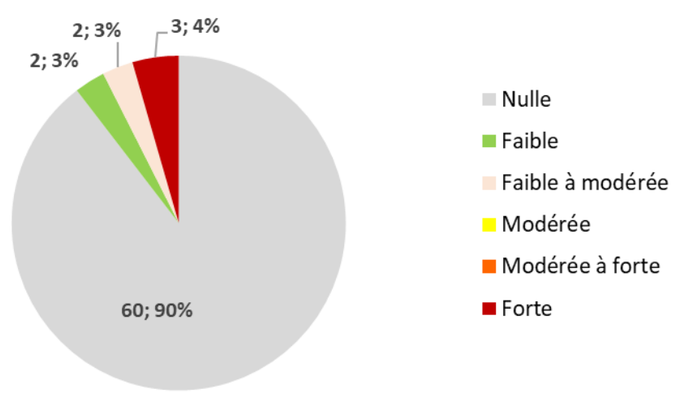


Figure 16. Niveaux d'activité du groupe des sérotines et noctules en transit printanier (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité)

4.3 Parturition

La **période de parturition** est marquée par **l'établissement de colonies de mise bas** composées majoritairement de femelles. En règle générale, les **déplacements des individus sont plus réduits** et l'essentiel de l'activité est **dédié à la chasse**.

■ Espèces identifiées et fréquence des contacts

La période de parturition représente quatre-vingt-treize nuits d'analyse, entre le 15/05/2022 et le 15/08/2022. Au cours de cette période, 2828 contacts ont été enregistrés.

Au cours de la période de parturition, **sept espèces ont été identifiées avec certitude**, auxquelles s'ajoutent des contacts non identifiés d'individus appartenant aux groupes des pipistrelles, des sérotines ou noctules, ainsi que de chiroptères qui n'ont pas pu être identifiés jusqu'au genre.

Des chiroptères ont été contactés **lors de 77% des nuits d'analyse**.

Les **espèces les mieux représentées** en termes de régularité et de fréquence des contacts sur la période en question sont :

- La **Noctule de Leisler** est contactée 1896 fois, avec une présence lors de 67% des nuits. Elle est nettement plus présente que les autres espèces.
- La **Sérotine commune**, contactée 422 fois, est détectée lors de 54% des nuits.
- La **Pipistrelle commune**, avec 217 contacts sur la période, est détectée lors de 32% des nuits.
- La **Noctule commune**, détectée lors de 19% des nuits pour un total de 189 contacts sur la période.

Les contacts des autres espèces sont plus anecdotiques.

Ainsi, le **groupe des sérotines et noctules**, le plus contacté en cette période de parturition, a été détecté lors de **73% des nuits**. Le **groupe des pipistrelles a été détecté lors de 33% des nuits**. Le groupe des oreillards a été détecté à une unique reprise.

Enfin, les enregistrements en nacelle (sur l'éolienne E2, située entre deux boisements) montrent des cris sociaux de Noctule de Leisler (décrits par Pfalzer, 2002) comme étant des cris posés avant le décollage depuis le gite. Ces cris, couplés à la forte présence de l'espèce sur la zone, indiquent la **présence de gites de Noctule de Leisler dans les boisements de la zone**. En effet, l'espèce est arboricole, utilisant probablement comme gites différentes cavités dans les feuillus.

Tableau 10. Résultats bruts de l'activité des chiroptères par espèce et par hauteur lors de la parturition

Groupe d'espèces	Espèce Nom vernaculaire	Activité (nombre de contacts)			Part des nuits avec au moins un contact
		Totale	Moyenne par heure si présence	Maximum par heure en une nuit	
Sérotines et/ou Noctules	Noctule commune	189	1,00	14,69	19%
	Noctule de Leisler	1896	2,92	38,92	67%
	Sérotine commune	422	0,79	8,11	54%
	"Sérotule" indéterminée	53	0,25	2,19	22%
Pipistrelles	Pipistrelle commune	217	0,71	4,48	32%
	Pipistrelle de Kuhl	20	0,65	0,94	3%
	Pipistrelle de Nathusius	16	0,41	1,23	4%
	Pipistrelle Kuhl/Nathusius indéterminée	8	0,27	0,61	3%
	Pipistrelle indéterminée	2	0,10	0,10	2%
Oreillards	Oreillard roux	1	0,10	0,10	1%
Indéterminés	Chiroptère indéterminé	4	0,13	0,19	3%
Toute espèce confondue		2828	3,75	68,78	77%
Pipistrelles		263	0,84	4,58	33%
Sérotines et/ou Noctules		2560	3,58	63,91	73%
Oreillards		1	0,10	0,10	1%

Analyse de l'activité chiroptérologique globale

Lors des nuits d'activité des chiroptères, **l'activité globale** durant la période de parturition est **majoritairement forte**. Lors de cette période, 23% des nuits n'ont pas présenté d'activité.

L'activité chiroptérologique enregistrée correspond au nombre de contacts : elle dépend donc de l'activité réelle des individus à proximité de l'enregistreur, mais aussi de leur détectabilité et de leur fréquence de cri.

L'activité n'est pas régulière sur la période, avec des périodes d'absence d'activité ou d'activité plus faible entre les différents pics. L'activité chiroptérologique **atteint ou dépasse un niveau modéré lors de 57% des nuits** de la période. Au total, **25 nuits présentent une activité forte (soit 27%).** Les pics les plus importants ont lieu en juillet.

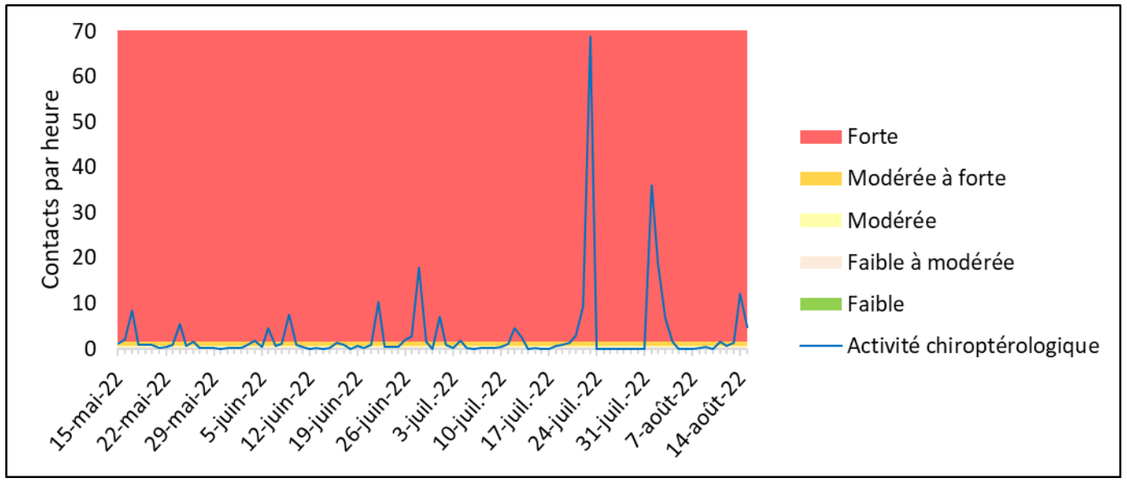


Figure 17. Activité chiroptérologique toutes espèces confondues en parturition (nombre moyen de contacts par heure de nuit)

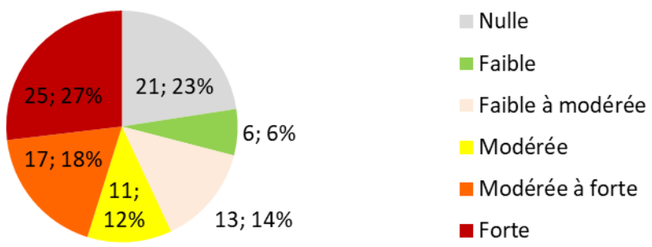


Figure 18. Niveaux d'activité toutes espèces confondues en parturition (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité)

Analyse de l'activité chiroptérologique par groupe

Les espèces ou groupes d'espèces présentant les niveaux d'activité les plus importants sont détaillés plus finement afin d'identifier les espèces présentant le plus d'enjeux en cette période de parturition.

- **Groupe des sérotines et noctules**

L'activité des espèces du groupe des pipistrelles au cours de la période de parturition est irrégulière. Elle est plus forte à partir du début du mois de juillet. Elle est **très majoritairement forte (46% des nuits),** et elle **atteint ou dépasse le niveau modéré lors de 67% des nuits.**

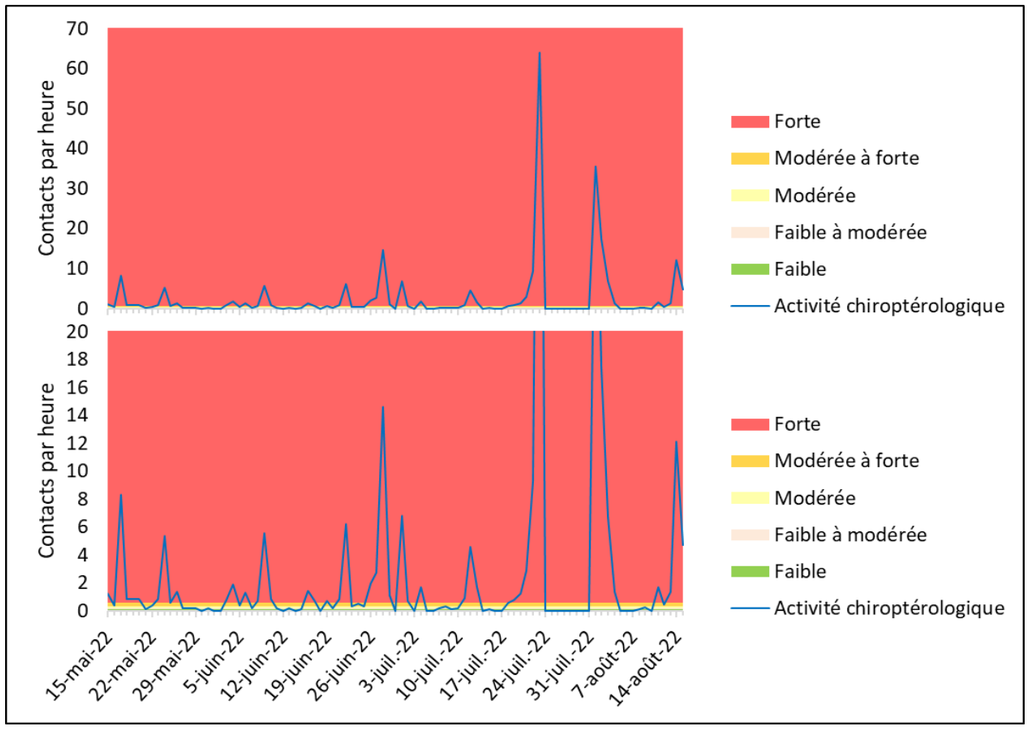


Figure 19. Activité chiroptérologique du groupe des sérotines et noctules en parturition (nombre moyen de contacts par heure de nuit) (en bas : zoom sur les contacts horaires inférieurs à 20)

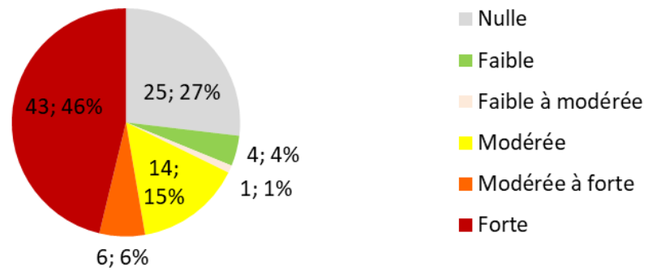


Figure 20. Niveaux d'activité du groupe des sérotines et noctules en parturition (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité)

- **Groupe des pipistrelles**

L'activité des espèces du **groupe des pipistrelles** au cours de la période de parturition est **irrégulière**. Les principaux pics d'activité ont lieu **entre le début du mois de juin et la fin du mois de juillet**. L'activité atteint un niveau modéré lors de 16% des nuits, et 67% des nuits ne présentent pas d'activité du groupe des pipistrelles.

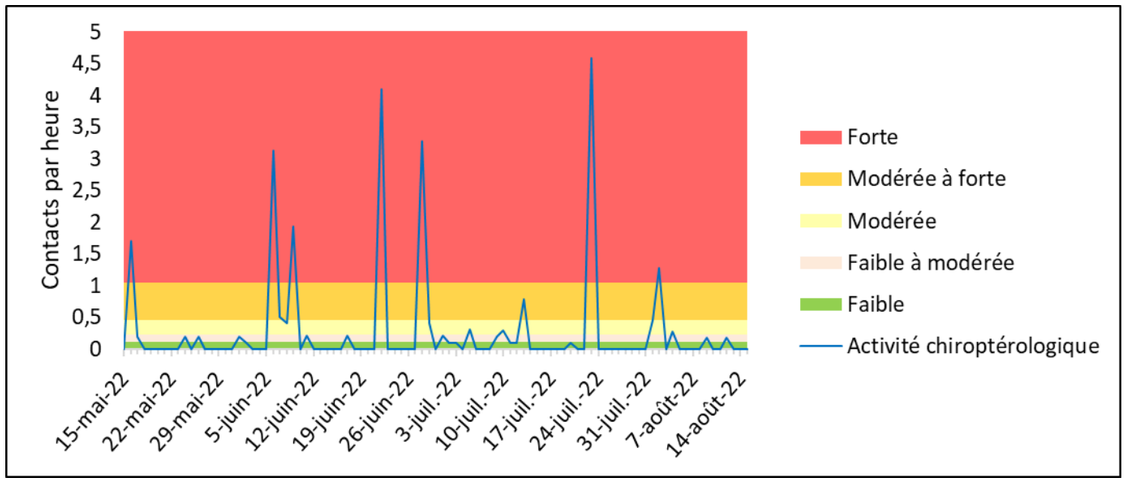


Figure 21. Activité chiroptérologique du groupe des pipistrelles en parturition (nombre moyen de contacts par heure de nuit)

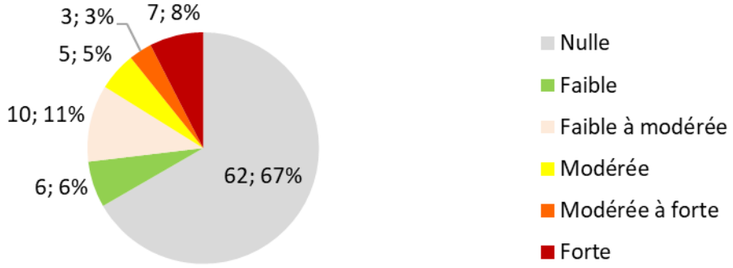


Figure 22. Niveaux d'activité du groupe des pipistrelles en parturition (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité)

- **Groupe des oreillards**

Le groupe des oreillards, contacté lors d'une nuit uniquement, ne fait pas l'objet d'une analyse d'activité détaillée.

4.4 Transit automnal

Le **transit automnal** est la période des **accouplements** et du **retour vers les gîtes d'hibernation,** soit des déplacements entre gites d'estivage et les gîtes d'hiver. Certaines espèces forment des harems tandis que d'autres se regroupent en grand nombre sur des sites dits de « swarming » pour se reproduire.

Espèces identifiées et fréquence des contacts

La période de transit automnal représente **soixante-dix-sept nuits d'analyse** entre le 16/08/2022 et le 31/10/2022. Au cours de cette période, **2870 contacts ont été enregistrés**.

Au cours de la période de transit automnal, **neuf espèces ont été identifiées avec certitude**, auxquelles s'ajoutent des contacts non identifiés d'individus appartenant au groupe des sérotine ou noctule, des oreillards, des pipistrelles, des murins, ainsi que de chiroptères qui n'ont pas pu être identifiés jusqu'au genre.

Des chiroptères ont été **contactés lors de 67% des nuits**.

Les espèces les mieux représentées en termes de régularité et de fréquence des contacts sur la période en question sont :

- La **Noctule de Leisler**, contactée 1368 fois, est détectée lors de 58% des nuits.
- La **Noctule commune**, détectée lors de 33% des nuits pour un total de 755 contacts sur la période.
- La **Sérotine commune**, enregistrée lors de 36% des nuits pour un total de 408 contacts.
- La **Pipistrelle commune**, avec 110 contacts sur la période, est détectée lors de 22% des nuits.

Les contacts des autres espèces sont plus anecdotiques.

Ainsi, le **groupe des sérotines et noctules, le plus contacté** en cette période de transit automnal, a été détecté lors de **63% des nuits**. Les espèces du groupe des **pipistrelles** ont été contactées lors de **30% des nuits**, celui des oreillards lors de 8% des nuits et celui des murins lors de 4% des nuits.

Tableau 11. Résultats bruts de l'activité des chiroptères par espèce et par hauteur lors du transit automnal

Groupe d'espèces	Espèce Nom vernaculaire	Activité (nombre de contacts)			Part des nuits avec au moins un contact
		Totale	Moyenne par heure si présence	Maximum par heure en une nuit	
Sérotines et/ou Noctules	Noctule commune	755	2,49	16,35	33%
	Noctule de Leisler	1368	2,57	31,37	58%
	Sérotine commune	408	1,26	8,97	36%
	"Sérotule" indéterminée	146	0,60	2,39	26%
Pipistrelles	Pipistrelle commune	110	0,48	2,24	22%
	Pipistrelle de Kuhl	35	0,98	1,18	4%
	Pipistrelle de Nathusius	14	0,16	0,40	9%
	Pipistrelle du groupe Kuhl/Nathusius indéterminée	9	0,23	0,38	4%

Groupe d'espèces	Espèce Nom vernaculaire	Activité (nombre de contacts)			Part des nuits avec au moins un contact
		Totale	Moyenne par heure si présence	Maximum par heure en une nuit	
	Pipistrelle indéterminée	1	0,08	0,08	1%
Murins	Murin de Bechstein	2	0,08	0,09	3%
	Murin indéterminé	3	0,24	0,24	1%
Oreillards	Oreillard gris	2	0,17	0,17	1%
	Oreillard roux	6	0,17	0,26	4%
	Oreillard indéterminé	7	0,12	0,17	7%
Indéterminés	Chiroptère indéterminé	4	0,08	0,09	5%
Toute espèce confondue		2870	4,63	52,39	67%
Pipistrelles		169	0,57	2,56	30%
Sérotines et/ou Noctules		2677	4,61	51,71	63%
Murins		5	0,14	0,24	4%
Oreillards		15	0,21	0,51	8%
Indéterminés		4	0,08	0,09	5%

Analyse de l'activité chiroptérologique globale

L'activité chiroptérologique enregistrée correspond au nombre de contacts : elle dépend donc de l'activité réelle des individus à proximité de l'enregistreur, mais aussi de leur détectabilité et de leur fréquence de cri.

Lors des nuits d'activité des chiroptères, **l'activité globale** durant la période de transit printanier est **majoritairement forte**. Lors de cette période, 33% des nuits n'ont pas présenté d'activité.

Les derniers contacts de la période ont lieu le 30 octobre**.**

L'activité n'est pas régulière et principalement concentrée **au début du transit automnal**, avant le milieu du mois de septembre. L'activité de l'ensemble de chiroptères atteint ou dépasse le niveau modéré lors de 32 nuits (soit 43% des nuits de la période).

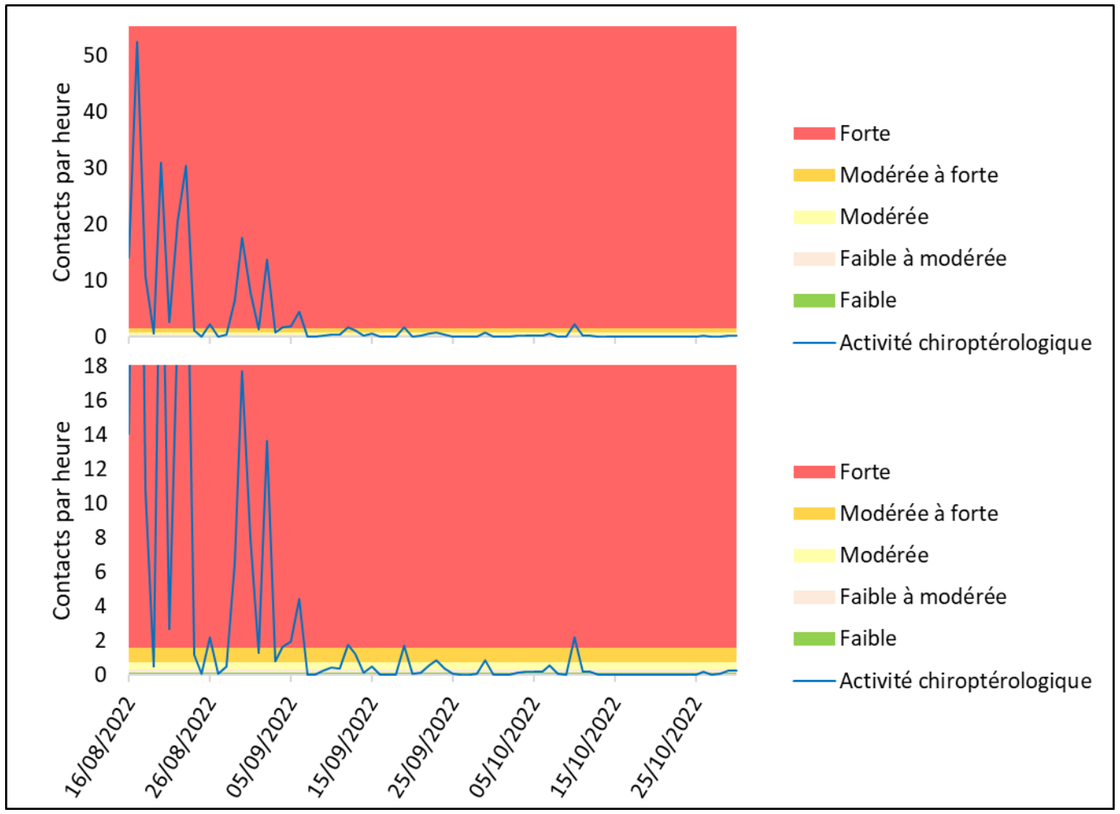


Figure 23. Activité chiroptérologique toutes espèces confondues en transit automnal (nombre moyen de contacts par heure de nuit) (en bas : zoom sur les activités inférieures à 18 contacts/heure)

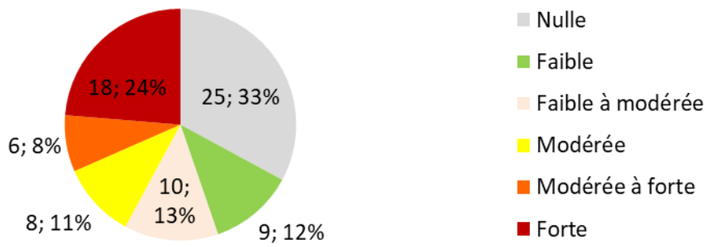


Figure 24. Niveaux d'activité toutes espèces confondues en transit automnal (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité)

Analyse de l'activité chiroptérologique par groupe

Les espèces ou groupes d'espèces présentant les niveaux d'activité les plus importants sont détaillés plus finement afin d'identifier les espèces présentant le plus d'enjeux en cette période de transit automnal.

Groupe des pipistrelles

Les pipistrelles présentent majoritairement une activité faible les nuits où elles sont détectées. Leur activité atteint ou dépasse le niveau modéré lors de 13% des nuits.

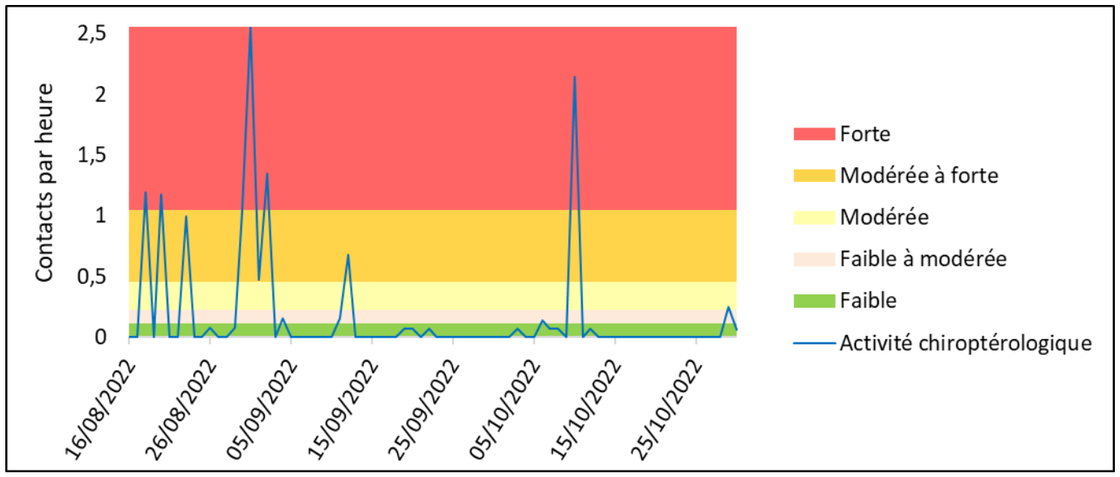


Figure 25. Activité chiroptérologique du groupe des pipistrelles en transit automnal (nombre moyen de contacts par heure de nuit)

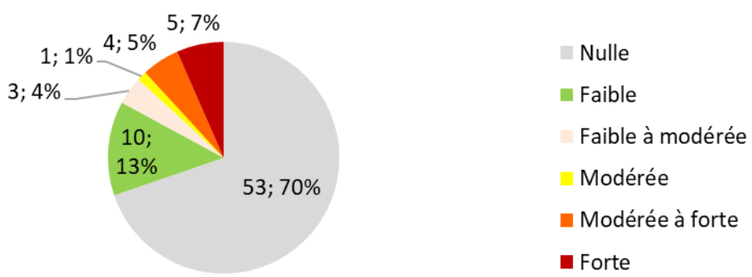


Figure 26. Niveaux d'activité du groupe des pipistrelles en transit automnal (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité)

Groupe des sérotines et noctules

Les sérotules étant les espèces les plus contactées, l'évolution de l'activité des espèces de ce groupe au cours du transit automnal est très semblable à celle de l'ensemble des espèces.

Lors des périodes d'activité, celle-ci est principalement forte. Elle atteint ou dépasse le niveau modéré lors de 48% des nuits.

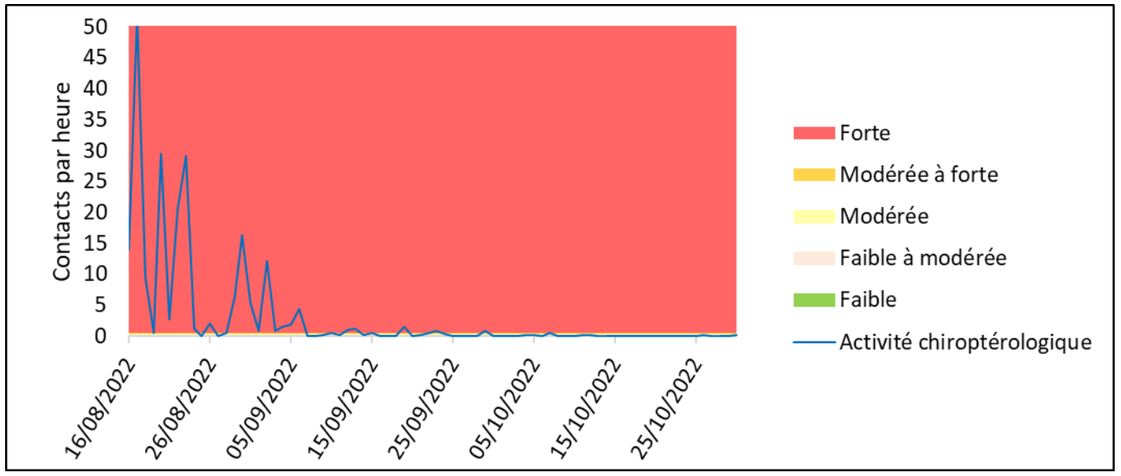


Figure 27. Activité chiroptérologique du groupe des sérotines et noctules en transit automnal (nombre moyen de contacts par heure de nuit)

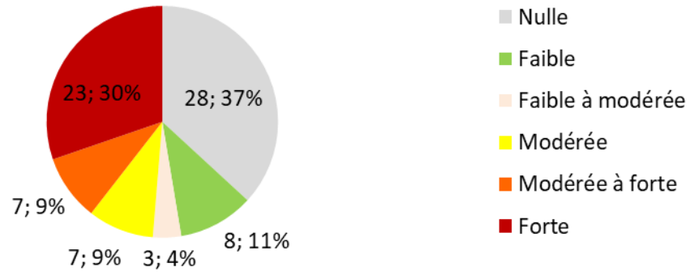


Figure 28. Niveaux d'activité du groupe des sérotules en transit automnal (nombre de nuits et part du nombre de nuits par niveau d'activité)

Groupe des oreillards

Le groupe des oreillards, contacté lors de six nuits, ne fait pas l'objet d'une analyse d'activité détaillée.

Groupe des murins

Le groupe des murins, contacté lors de trois nuits uniquement, ne fait pas l'objet d'une analyse d'activité détaillée.

4.5 Activité chiroptérologique en fonction des données météorologiques

Les paramètres météorologiques, notamment la température et la vitesse du vent, influent sur l'activité chiroptérologique. Leurs variations sont mises en regard au niveau du site d'étude.

La vitesse du vent et la température ont été enregistrées à hauteur de nacelle, sur l'éolienne où le Batlogger a été installé.

■ Activité chiroptérologique en fonction de la température

L'activité chiroptérologique sur le site **débute à 13°C.**

L'essentiel de l'activité (95% des contacts) a eu lieu **au-dessus de 18°C**.

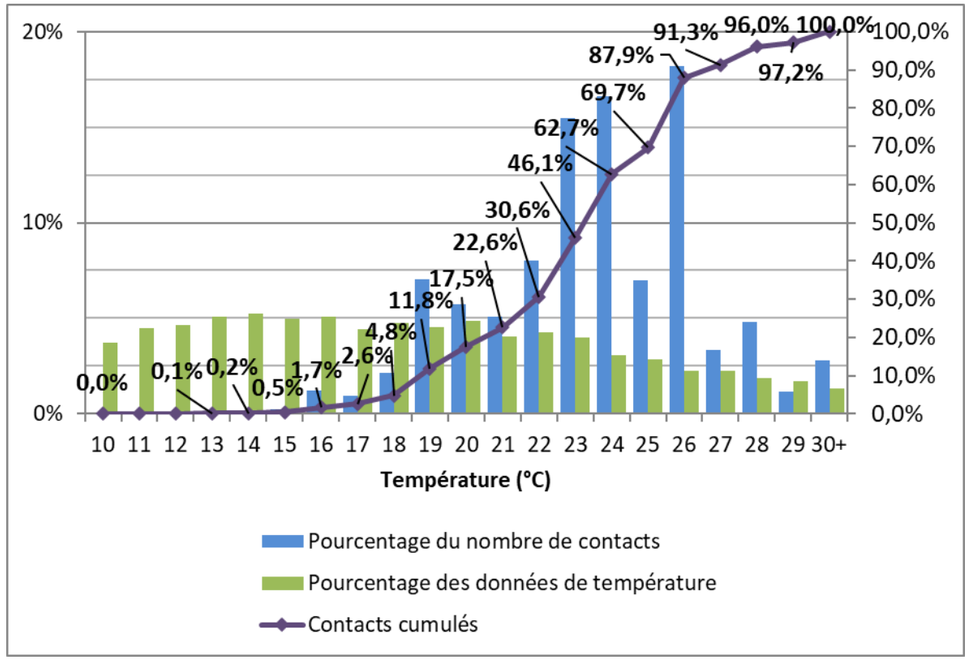


Figure 29. Activité chiroptérologique en hauteur en fonction de la température

Tableau 12. Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction de la température

Classes de températures (°C)	Activité nocturne (nombre de contacts par classe de température)	Part du nombre de contacts	Part des données de température	Contacts cumulés
[9,5;10,5[	0	0%	4%	0%
[10,5;11,5[	0	0%	4%	0%
[11,5;12,5[	0	0%	5%	0%
[12,5;13,5[	8	0%	5%	0%
[13,5;14,5[	5	0%	5%	0%
[14,5;15,5[	16	0%	5%	0%
[15,5;16,5[	76	1%	5%	2%
[16,5;17,5[	59	1%	4%	3%
[17,5;18,5[	134	2%	5%	5%
[18,5;19,5[	439	7%	5%	12%
[19,5;20,5[	359	6%	5%	18%
[20,5;21,5[	319	5%	4%	23%
[21,5;22,5[	500	8%	4%	31%
[22,5;23,5[	969	15%	4%	46%
[23,5;24,5[	1038	17%	3%	63%
[24,5;25,5[	438	7%	3%	70%
[25,5;26,5[	1136	18%	2%	88%
[26,5;27,5[	209	3%	2%	91%
[27,5;28,5[	300	5%	2%	96%
[28,5;29,5[	73	1%	2%	97%
Plus de 30	174	3%	1%	100%
Total	**6252**	**100%**	**100%**	

Activité chiroptérologique en fonction de la vitesse du vent

L'activité est maximale pour des vitesses de vent faibles.

L'essentiel de l'activité chiroptérologique (93% des contacts) a lieu à des vitesses de vent inférieures ou égales à 5,5 m/s.

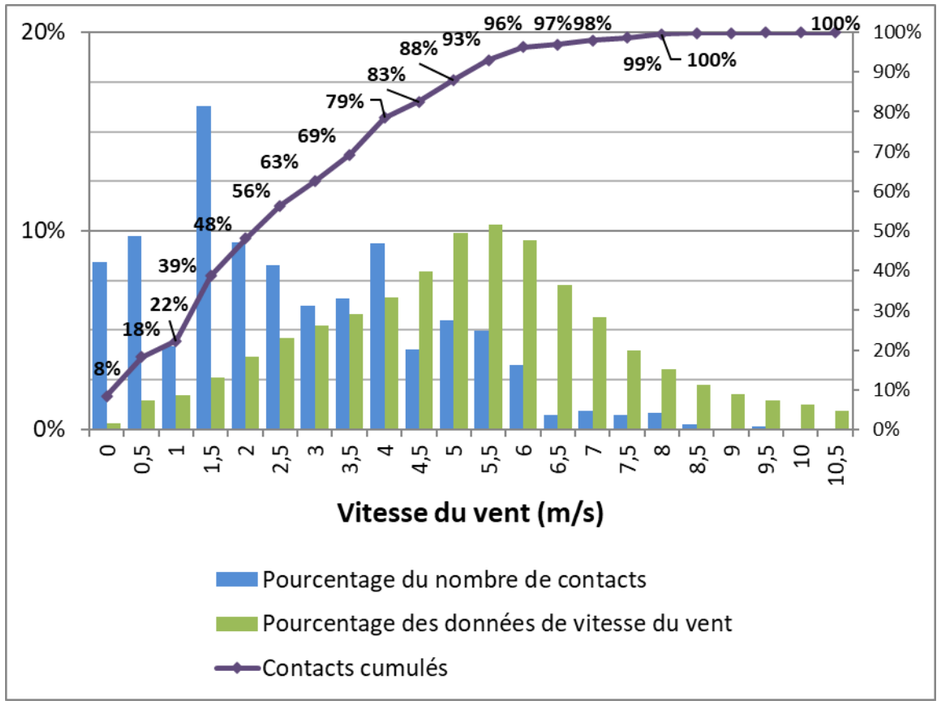


Figure 30. Activité chiroptérologique en hauteur en fonction de la vitesse du vent

Tableau 13. Répartition de l'activité chiroptérologique en fonction de la vitesse de vent – Ensemble de l'année

Classes de vitesse de vent (m/s)	Activité nocturne (nombre de contacts par classe de vent)	Part du nombre de contacts	Part des données de vitesse de vent	Contacts cumulés
[0;0,25]	538	8%	0%	8%
[0,25;0,75]	622	10%	1%	18%
[0,75;1,25]	266	4%	2%	22%
[1,25;1,75]	1038	16%	3%	39%
[1,75;2,25]	601	9%	4%	48%
[2,25;2,75]	526	8%	5%	56%
[2,75;3,25]	397	6%	5%	63%
[3,25;3,75]	422	7%	6%	69%
[3,75;4,25]	596	9%	7%	79%
[4,25;4,75]	256	4%	8%	83%
[4,75;5,25]	349	5%	10%	88%
[5,25;5,75]	317	5%	10%	93%
[5,75;6,25]	207	3%	10%	96%
[6,25;6,75]	48	1%	7%	97%
[6,75;7,25]	61	1%	6%	98%
[7,25;7,75]	47	1%	4%	99%
[7,75;8,25]	52	1%	3%	100%
[8,25;8,75]	18	0%	2%	100%
[8,75;9,25]	2	0%	2%	100%
[9,25;9,75]	11	0%	1%	100%
[9,75;10,25]	0	0%	1%	100%
[10,25;10,75]	0	0%	1%	100%
Total	**6374**	**100%**	**100%**	-

Activité chiroptérologique selon l'avancée de la nuit

Les premiers contacts ont lieu à 5% de l'avancée de la nuit. L'essentiel de l'activité chiroptérologique totale à hauteur de nacelle commence à environ 15% de l'avancée de la nuit.

Le niveau d'activité est décalé en début de nuit puis se répartit globalement de manière constante au cours de la nuit à partir de la moitié de la nuit.

Ce décalage de début de nuit pourrait peut-être s'expliquer par une activité crépusculaire de chasse concentrée au niveau des lisières, des boisements et plus proche du sol, tandis que la chasse au cœur de nuit et le transit s'effectue plutôt à hauteur de nacelle.

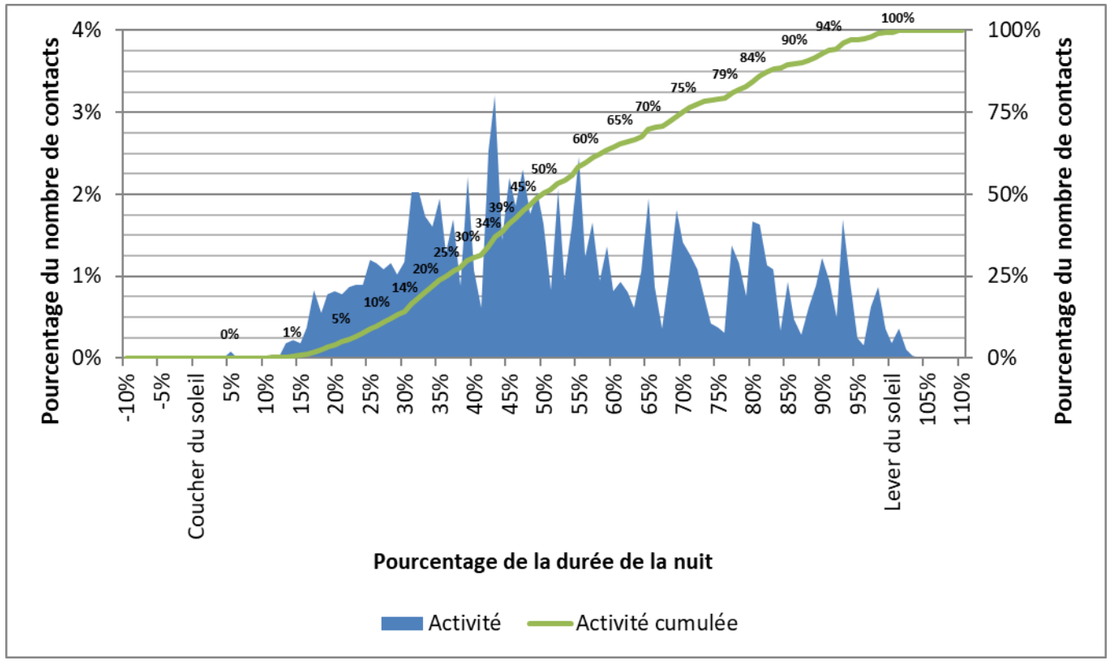


Figure 31. Évolution de l'activité chiroptérologique selon l'avancée de la nuit

Tableau 14. Activité cumulée selon l'avancée de la nuit (extrait)

Avancée de la nuit	Activité cumulée	Avancée de la nuit	Activité cumulée
Coucher du soleil	0%	**55%**	58%
5%	0%	**60%**	64%
10%	0%	**65%**	70%
15%	1%	**70%**	75%
20%	4%	**75%**	79%
25%	9%	**80%**	84%
30%	14%	**85%**	89%
35%	24%	**90%**	93%
40%	31%	**95%**	97%
45%	41%	**Lever du soleil**	99%
50%	50%	**101%**	100%

L'ensemble des données est disponible en annexe, au Tableau 26 page 76.

4.6 Bioévaluation et protection

Toutes les chauves-souris sont protégées par l'article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007 selon lequel :

- Sont interdits sur tout le territoire métropolitain et en tout temps la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des animaux dans le milieu naturel,
- Sont interdites sur les parties du territoire métropolitain où l'espèce est présente, ainsi que dans l'aire de déplacement naturel des noyaux de populations existants, la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux. Ces interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée, aussi longtemps qu'ils sont effectivement utilisés ou utilisables au cours des cycles successifs de reproduction ou de repos de cette espèce et pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques.

Les inventaires issus du suivi durant tout le cycle d'activité des chiroptères (transit printanier, parturition et transit automnal) ont permis l'identification de **neuf espèces** dans l'aire d'étude immédiate, sur les vingt-cinq espèces connues en Bourgogne (Tableau 15 - Espèces de chauves-souris recensées lors du suivi en altitude (hauteur de nacelle) p.55).

À **l'échelle nationale**, **six espèces figurent sur la liste rouge nationale** de l'UICN (2017) : la Noctule commune est vulnérable et le Murin de Bechstein, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune sont quasi-menacées.

À **l'échelle régionale, deux espèces sont inscrites sur la liste rouge de Bourgogne** : le Murin de Bechstein est vulnérable, la Noctule de Leisler est quasi-menacée.

Lee Murin de Bechstein figure en **Annexe 2 de la directive habitats-faune-flore.**

Parmi les espèces présentes sur le site, la conjugaison entre l'important nombre de mortalités constatées en Europe et le niveau de conservation préoccupant identifie la **Noctule commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler comme espèces à risque** face aux collisions éoliennes, ainsi que dans une moindre mesure la Sérotine commune et la Pipistrelle de Kuhl.

Tableau 15. Espèces de chauves-souris recensées lors du suivi en altitude (hauteur de nacelle)

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut de protection	Statuts de patrimonialité				Écologie ; répartition de l'espèce					Nombre collisions Europe (2022)	Note de risque
			Directives « Habitats »	LR nationale	LR régionale	PNA	Écologie	Espèce contactée en			Remarques		
								Transit printanier	Parturitio	Transit automnal			
Sérotines et Noctules													
Nyctalus noctula	Noctule commune	Art. 2	Ann. IV	VU	DD	Prioritaire	Espèce migratrice (jusqu'à 900 km) ; Considérée comme une espèce de haut vol ; Milieux boisés ; vol acrobatique, très rapide et puissant entre 10 et 200 m de haut.	X	X	X	Espèce de haut vol très sujette aux collisions détectée à toutes les périodes par le suivi en nacelle.	1616	3,5
Nyctalus leisleri	Noctule de Leisler	Art. 2	Ann. IV	NT	NT	Prioritaire	Espèce migratrice ; considérée comme une espèce de haut vol ; Milieux boisés feuillus à résineux (gîte principalement dans les arbres creux) ; vol rapide et puissant entre 5 et 100 m de haut.	X	X	X	Espèce de haut vol très sujette aux collisions détectée à toutes les périodes par le suivi en nacelle. Elle est particulièrement présente sur la zone : les boisements accueillent des gites de l'espèce.	753	3
Eptesicus serotinus	Sérotine commune	Art. 2	Ann. IV	NT	LC	Prioritaire	Espèce anthropophile de plaine (agglomérations avec des parcs, des jardins, des prairies, et au bord des grandes villes). Signalée en montagne jusqu'à 1100 m d'altitude ; Vol lent, puissant et rectiligne entre 5 et 50 m de haut dans tous types de milieux, généralement en-dessous de 10m de haut. Peut traverser à haute altitude de grandes étendues sans végétation.	X	X	X	Espèce détectée à toutes les périodes	130	2,5
Pipistrelles													
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	Art. 2	Ann. IV	NT	LC	Prioritaire	Espèce anthropophile, vivant principalement dans les villages et les grandes villes, mais aussi dans les parcs, les jardins, les bois, les forêts ; Espèce commune et abondante ; Vol assez rapide le long des corridors entre 2 et 30 m de haut dans tous types de milieux. Vol possible jusqu'au rotor.	X	X	X	Espèce très sujette aux collisions détectée à toutes les périodes par le suivi en nacelle.	2569	3
Pipistrellus nathusii	Pipistrelle de Nathusius	Art. 2	Ann. IV	NT	DD	Prioritaire	La Pipistrelle de Nathusius est une espèce migratrice (distances >1000 km) mais également sédentaire dans certaines régions françaises. Milieux boisés ; vol assez rapide le long des corridors (vallées alluviales) entre 2 et 30 m de haut ; peut atteindre 50 m de haut en migration.	X	X	X	Espèce très sujette aux collisions détectée à toutes les périodes par le suivi en nacelle.	1662	3,5
Pipistrellus kuhlii	Pipistrelle de Kuhl	Art. 2	Ann. IV	LC	LC		La Pipistrelle de Kuhl est une espèce aux mœurs similaires à la Pipistrelle commune mais à répartition plus méridionale. Vol possible jusqu'au rotor.	X	X	X	Espèce sujette aux collisions détectée à toutes les périodes par le suivi en nacelle.	471	2,5
Oreillards													
Plecotus auritus	Oreillard roux	Art. 2	Ann. IV	LC	DD		Forêts claires de feuillus et résineux (plaines et montagnes) et vol rarement en milieu ouvert.		X	X	Espèce de milieux fermés toutefois détectée à plusieurs reprises par le suivi en nacelle.	8	1,5
Plecotus austriacus	Oreillard gris	Art. 2	Ann. IV	LC	DD		Espèce de plaine et, en montagne, de vallées tièdes ; Commune dans les milieux agricoles traditionnels, les villages mais aussi dans les zones urbanisées riches en espaces verts ; Vol aérien entre 2-5 m jusqu'à la canopée, exceptionnellement >25 m.			X	Espèce détectée par le suivi en nacelle, peu sujette aux collisions avec les éoliennes.	9	1,5
Murins													
Myotis bechsteinii	Murin de Bechstein	Art. 2	Ann. II et IV	NT	VU		Espèce typiquement forestière ; préférence pour les milieux de feuillus âgés ; vol lente et habile lui permettant de chasser même au sein de feuillages denses ; espèce à faible rayon d'action (généralement quelques centaines de mètres maximum autour du gîte). Vol principalement en boisement ou au niveau de la canopée			X	Espèce forestière toutefois détectée à deux reprise par le suivi en nacelle.	2	2*

Légende : **Liste rouge (LR) France** : IUCN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France **Liste rouge (LR) Europe** : Temple, H.J. and Terry, A. (Compilers). 2007. The Status and Distribution of European Mammals. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. **Liste rouge (LR) Monde** : Union International pour la Conservation de la nature IUCN **Liste rouge (LR) Bourgogne** : IUCN France & SHNA, 2015. Liste rouge régionale des Chiroptères de Bourgogne. **Statut Liste rouge** : RE : Disparue en métropole ; CR : En danger critique d'extinction ; EN : En danger ; VU : Vulnérable ; NT : Quasi-menacée ; LC : Préoccupation mineure ; DD : Données insuffisantes ; NA : non applicable ; NE : Non évalué

Statut juridique français : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Art. 2 : protection des individus et des habitats.
Directive "Habitats" n°79/409/CEE 2/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. Ann. II : Espèces végétales et animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. Ann. IV : Espèces végétales et animales d'intérêt communautaire nécessitant une protection stricte.
PNA : Plan National d'Action
Nombre de collisions en Europe : d'après Dürr 2022
Note de risque : d'après le Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, 2015. Basée sur la liste rouge nationale des espèces de chiroptères menacées (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS – 2009) et sur la sensibilité à l'éolien (état des lieux de la mortalité recensée au niveau européen jusqu'à juin 2012 – données Eurobats). * = surclassement possible localement pour les espèces forestières si implantation en forêt, et les espèces fortement grégaires (proximité d'importantes nurseries ou de sites d'hibernation majeurs)

4.7 Synthèse du suivi chiroptérologique

■ Suivi en nacelle

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

- **Présence et activité chiroptérologique**

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

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

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

- En **transit printanier** : La majorité de l'activité en transit printanier a lieu après le milieu du mois d'avril. Le groupe des pipistrelles est légèrement plus actif en cette période que le groupe des sérotines et noctules. Lorsque des chiroptères sont détectés, ils présentent majoritairement un niveau **d'activité forte**.

- En **parturition** : L'activité de l'ensemble des groupes est majoritairement plus forte entre le début du mois de juin et la fin du mois de juillet. Le groupe des sérotines et noctules est le plus actif, avec **46% des nuits présentant une activité forte** et **67% des nuits atteignant ou dépassant le niveau modéré**. Le groupe des pipistrelles est moins actif, avec **43% de nuits de présence** et **16% de nuits atteignant ou dépassant le niveau modéré.**

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

- **Diversité spécifique**

Le suivi en hauteur a montré la **présence de neuf espèces** : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule de Leisler, la Sérotine commune, la Noctule commune, le Murin de Bechstein, l'Oreillard roux et l'Oreillard gris.

Les **espèces les plus contactées** par le suivi en hauteur sont la **Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle commune, la Sérotine commune** puis dans une moindre mesures les pipistrelles de Kuhl et de Nathusius. Les contacts des autres espèces sont anecdotiques (murins, oreillards).

La **Noctule de Leisler** est de très loin **l'espèce la plus contactée** : lors de 48% des nuits du suivi sur l'année et lors de 67% des nuits de la période de parturition, pendant laquelle elle est la plus active. Cette espèce, principalement **arboricole**, utilise comme gites d'été : trous de pics, arrière d'écorces décollées et autres cavités, principalement dans les feuillus. Des individus utilisent les **boisements de la zone comme gites** (comme le montre la détection de cris sociaux émis avant l'envol du gite). C'est une espèce de haut vol, qui chasse dans des milieux variés : au sein des boisements, au-dessus des canopées, des eaux calmes, dans les villages. Elles s'éloignent principalement jusqu'à 10 kilomètres de leur gite pour chasser. Pouvant s'élever au-delà de 100 mètres de hauteur, ses habitudes de vol et de chasse la rendent très sensible aux collisions avec les rotors des éoliennes.

Décollement d'écorce pouvant accueillir des noctules de Leisler en gite d'été, sur site.

Cinq des six espèces les plus contactées présentent de **forts risques de collision** avec les rotors en raison de leurs habitudes de vol (noctules, pipistrelles). Elles sont susceptibles de chasser au sein du parc ou au-dessus des boisements situés à proximité. La Noctule commune, deuxième espèce la plus contactée lors de ce suivi en hauteur, est vulnérable à l'extinction d'après la liste rouge nationale. La Noctule de Leisler, ma Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune sont quasi-menacées sur la liste rouge nationale.

■ Comparaison avec l'étude d'impact

Lors de l'étude d'impact, réalisée en 2006-2007, l'étude des chiroptères a consisté en un suivi au sol, par transects et points d'écoute active avec identification immédiate des espèces : au total quatre sessions ont été réalisées (une en octobre et quatre en juillet). Cette méthode permet moins de précisions que les méthodes utilisées lors du suivi (développement des technologies liées à l'étude des chiroptères ces dernières années).

L'étude des chiroptères avait permis l'identification de deux espèces avec certitude (Pipistrelle commune et Murin de Daubenton) ainsi que de trois « couples » (identification non possible à l'espèce) : Murin de Daubenton/Murin de Bechstein, Murin d'Alcathoé / Murin à moustaches / Murin à Oreilles échancrées, Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius. La potentialité de gites dans les boisements de la zone avait été soulignée.

Les possibilités de collision avaient été identifiées (niveau d'incidence faible à moyen). L'absence d'éclairage nocturne des éoliennes avait été mise en place pour réduire le risque de collisions. Le faible niveau d'étude des chiroptères lors de l'étude d'impact, à relier au faible nombre de technologies adaptées à leur étude en 2006 et au manque de recul sur les impacts causés par l'éolien sur ce taxon, rend difficile sa comparaison avec les résultats du suivi.

■ Conclusion

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

CHAPITRE 5. RÉSULTATS DU SUIVI DE MORTALITÉ

5.1 Résultats méthodologiques

5.1.1 Périodes d'étude

Le suivi a été mené à hauteur **d'un passage par semaine de la semaine 20 (semaine du 17/05/22) à la semaine 43 (semaine du 26/10/22),** soit un total de **vingt-quatre passages.**
Les résultats sont **analysés selon deux périodes successives** : du 17/05 au 01/08 (P1) puis du 08/08 au 26/10 (P2).

5.1.2 Test d'efficacité de recherche

Des tests d'efficacités ont été réalisés le 19 juillet et le 3 octobre 2022.Deux observateurs se sont relayés sur cette étude. L'observateur 1 a couvert la période du 17 mai au 19 juillet inclus et l'observateur 2 a couvert la période du 26 juillet au 26 octobre.

Tableau 16. Coefficient de correction Z

Eolienne	Période 1				Période 2	
	19/07/2022 (observateur 1)		19/07/2022 (observateur 2)		03/10/2022 (observateur 2)	
	Carcasses déposées	Carcasses retrouvées	Carcasses déposées	Carcasses retrouvées	Carcasses déposées	Carcasses retrouvées
E1			13	6	15	10
E2	15	11				
Coefficient correcteur Z	0,73		0,46		0,67	
Période	1		1		2	

Les observateurs 1 et 2 s'étant relayés au cours de la première période du suivi, le coefficient de correction Z est calculé au prorata du nombre de prospection effectués par chaque observateur (10 et 2 respectivement).

On obtient ainsi **Z=0,685** pour la première période et **Z=0,67** pour la deuxième période de prospection.

5.1.3 Test prédation – persistance des cadavres

Les tests de prédation ont été réalisés le 19 juillet et le 3 octobre 2022.

Tableau 17. Durée moyenne de persistance d'un cadavre – Période 1

Éolienne	Nb de carcasses déposées	Carcasses restantes J+1	Carcasses restantes J+3	Carcasses restantes J+7	Carcasses restantes J+10	Carcasses restantes J+14
E1	3	2	0	0	0	0
E2	3	3	1	0	0	0
E3	3	2	2	0	0	0
E4	3	1	1	0	0	0
Total	12	8	4	0	0	0
Persistance moyenne d'un cadavre (T_m)	1,333					

Tableau 18. Durée de persistance d'un cadavre – Période 2

Éolienne	Nb de carcasses déposées	Carcasses restantes J+1	Carcasses restantes J+3	Carcasses restantes J+7	Carcasses restantes J+10	Carcasses restantes J+14
E1	3	3	3	0	0	0
E2	3	3	2	0	0	0
E3	3	3	1	0	0	0
E4	3	2	0	0	0	0
Total	12	11	6	0	0	0
Persistance moyenne d'un cadavre (T_m)	1,916					

La **durée moyenne de persistance d'un cadavre (T_m) est de 1,333 jours** pour la première période et de **1,916 jours** pour la deuxième période.

5.1.4 Coefficient correcteur de surface

Carte 10 - Surfaces prospectées lors du suivi de mortalité p.38

Tableau 19. Coefficients correcteurs de surface

	Total		Oiseaux		Chauves-souris	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Surface prospectée entre 0 à 12,5	92%	80%	92%	80%	92%	80%
Surface prospectée entre 12,5 à 25	60%	88%	60%	88%	60%	88%
Surface prospectée entre 25 à 37,5	43%	87%	43%	87%	43%	87%
Surface prospectée entre 37,5 à 50	37%	85%	37%	85%	37%	85%
Cadavre trouvé (Ck) entre 0 à 12,5	0	1	0	0	0	1
Cadavre trouvé (Ck) entre 12,5 à 25	1	1	1	0	0	1
Cadavre trouvé (Ck) entre 25 à 37,5	1	1	0	0	1	1
Cadavre trouvé (Ck) entre 37,5 à 50	3	0	1	0	2	0
Cadavre/Surface (Ck/Sk) entre 0 à 12,5	0	1,25	0	0	0	1,25
Cadavre/Surface (Ck/Sk) entre 12,5 à 25	1,68	1,14	1,68	0	0	1,14
Cadavre/Surface (Ck/Sk) entre 25 à 37,5	2,35	1,15	0	0	2,35	1,15
Cadavre/Surface (Ck/Sk) entre 37,5 à 50	8,16	0	2,72	0	5,44	0
Somme des Ck/Sk	12,18	3,55	4,39	0	7,79	3,55
Somme des Ck	5	3	2	0	3	3
A	2,44	1,18	2,20	0	2,60	1,18

En période 1, le coefficient correcteur de surface **A est égal à 2,2** en ce qui concerne les **oiseaux** et **2,6** pour les **chiroptères** pour l'ensemble des éoliennes suivies.

En période 2, le coefficient correcteur de surface **A est égal à 0** en ce qui concerne les **oiseaux** et **1,18** pour les **chiroptères** pour l'ensemble des éoliennes suivies.

5.2 Résultats bruts du suivi

Les quatre éoliennes (E1 à E4) ont fait l'objet d'un suivi de mortalité. **Au total, huit cadavres** (six chiroptères et deux oiseaux), dont un en l'état de plumée, ont été découverts.

5.2.1 L'avifaune

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

Tableau 20. Données brutes des oiseaux retrouvés

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

5.2.2 Les chiroptères

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

Tableau 21. Données brutes des chiroptères retrouvés

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

5.3 Estimation de la mortalité

Les estimations sont calculées avec l'application *BESNARD et BERNARD, [sans date]. EolApp - une petite application pour obtenir les intervalles de confiance à 95% des estimations de mortalités liées aux éoliennes. UMR 5175 Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive – Montpellier*, et **arrondies à l'entier supérieur**.

Tableau 22. Résultat des estimations par indicateur et par période

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

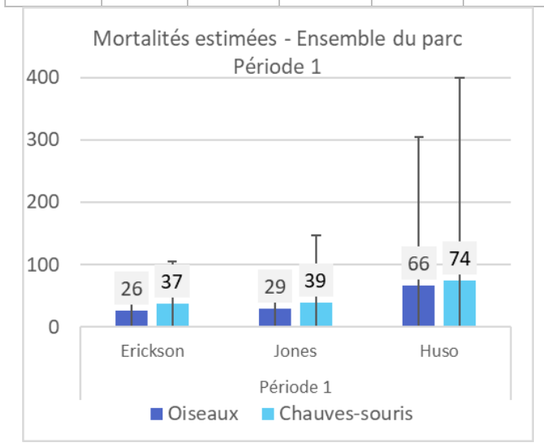


Figure 32. Estimation de la mortalité sur le parc (4 éoliennes) – Période 1

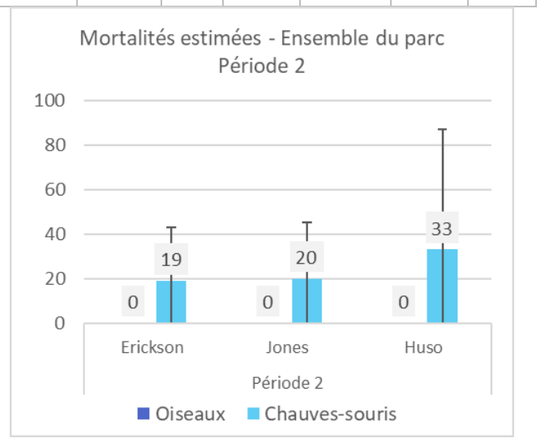


Figure 33. Figure 29. Estimation de la mortalité sur le parc (4 éoliennes) – Période 1

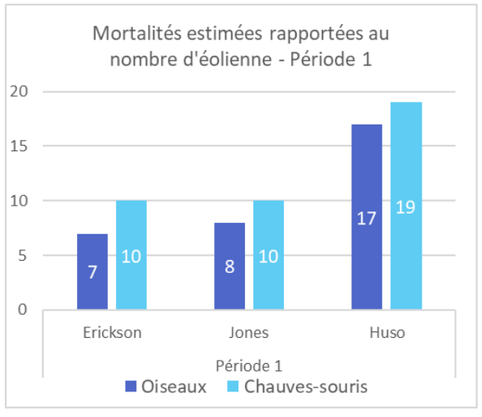


Figure 34. Mortalité estimée rapportée par éolienne – Période 1

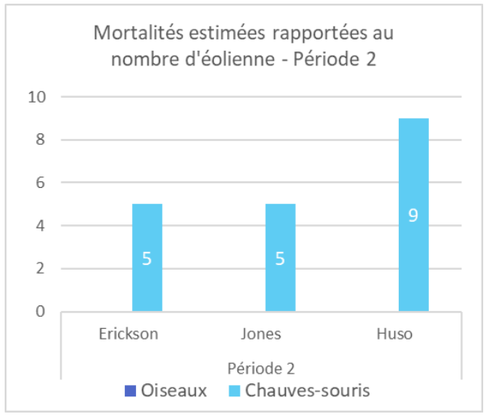


Figure 35. Mortalité estimée rapportée par éolienne – Période 2

5.4 Limite de l'étude

De nombreux biais peuvent être attribués aux différentes formules utilisées en fonction du nombre de paramètres qu'elles utilisent.

Dans une étude comparant différents modèles d'estimation, Korner-Nievergelt *et al.* (2011) indiquent que le modèle de Huso et al est assez robuste pour des cas où la durée de persistance des cadavres est élevée (tel qu'en Amérique du Nord, en moyenne 32 jours (Arnett *et al.,* 2009)) et la fréquence de prospection supérieure à 14 jours. En revanche, **pour des cas où la persistance est plus faible** (comme en Europe centrale, en moyenne 4,2 jours (Niermann *et al.,* 2011) et la fréquence de prospection allant de 1 à 7 jours, **le modèle d'Huso tend à surestimer le nombre de cadavres.** En outre, la formule d'Huso est particulièrement robuste lorsque l'efficacité de détection est hétérogène dans le temps, c'est-à-dire qu'elle diminue au fur et à mesure des recherches (Huso, 2010).

Plusieurs études (Roux *et al*., 2013, Aves & GCP, 2010, Cornut & Vincent, 2010) conseillent **d'utiliser les méthodes de Jones (2009) et de Huso (2010)** qui sont plus robustes dans la plupart des cas et donnent généralement des résultats assez proches. Les méthodes de Jones et de Huso intègrent la durée moyenne de persistance des cadavres dans une fonction exponentielle inverse, ce qui permet de considérer les cadavres tombant durant l'intervalle. Toutefois, Jones estime que le taux de persistance peut être approché par la probabilité de trouver un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle, tandis qu'Huso utilise la probabilité de trouver un cadavre tombé à n'importe quel moment sur l'intervalle. Cette différence donne un **taux de persistance plus faible pour Jones, ce qui conduit par conséquent à des estimations de mortalité plus élevées**.

D'après Besnard, sans date, les sources d'incertitudes sont limitées lorsque la persistance est forte ou que les mortalités sont très nombreuses.

Le nombre de cadavres retrouvé est relativement faible, ce qui engendre également des intervalles de confiance larges.

Dans le cas de **l'étude des Clérimois**, **la persistance des cadavres est très faible (1,33 et 1,91 jours). De plus, le nombre de cadavres retrouvés est relativement faible, n'assurant pas des estimations solides.**

De fait, la mortalité semble surestimée.

5.5 Analyse des résultats et conclusion

Caractérisation de la mortalité

> Espèces concernées

Les **deux espèces d'oiseaux impactées** (Alouette des champs et Pigeon biset urbain) fréquentent les **milieux ouverts** dans lesquels sont implantées les éoliennes. L'Alouette des champs évolue à hauteur de pales lors des parades nuptiales, ce qui engendre un risque fort de collisions. Elle niche au sein des grandes cultures. Les pigeons s'alimentent en groupes dans les champs et ne montrent généralement pas de comportement d'évitement des éoliennes.

Les trois espèces de chiroptères contactées **présentent des habitudes de vol les exposant aux collisions**.

La **Noctule de Leisler,** principalement arboricole, utilise comme gites d'été : trous de pics, arrière d'écorces décollées et autres cavités, principalement dans les feuillus. Les individus sont très mobiles et changent régulièrement de gite. Il est fort possible que des gites soient présents dans les boisements de la zone. C'est une espèce de haut vol, qui chasse dans des milieux variés : au sein des boisements, au-dessus des canopées, des eaux calmes, des villages. Les individus s'éloignent principalement jusqu'à 10 kilomètres de leur gite pour chasser. Pouvant s'élever au-delà de 100 mètres de hauteur, ses habitudes de vol et de chasse la rendent très sensibles aux collisions avec les rotors des éoliennes. C'est également une espèce migratrice : la majorité des femelles se déplace au printemps depuis le sud-ouest de l'Europe vers le nord-est, où elles forment des colonies de mise-bas, dans des cavités arboricoles ou des bâtiments. Leur retour se fait dès la fin de l'été.

La **Noctule commune** est essentiellement forestière mais bien adaptée au milieu urbain. Elle utilise principalement comme gites des cavités arboricoles, en forêt ou en ville, mais peut aussi s'installer dans les corniches de bâtis. Elle chasse le plus souvent entre dix et quarante mètres de hauteur, au-dessus de prairies, friches, zones humides, rivières et zones urbanisées. Comme la Noctule de Leisler, c'est une espèce migratrice : les femelles migrent vers l'est et le nord de l'Europe pour mettre bas. Les colonies de parturition sont rares en France. Elles reviennent vers l'ouest à partir de début septembre, accompagnées des jeunes. La migration se fait à une centaine de mètre d'altitude et ne semble pas former de couloirs de migration.

La **Pipistrelle commune** utilise des gites anthropiques, principalement dans des anfractuosités (combles, arrière de volets, isolations, panneaux divers, etc.). Cette espèce est très opportuniste et adaptable et exploite pour la chasse une large variété de milieux, y compris les grandes cultures. Elle chasse généralement à moins de 2 kilomètres de son gite. Espèce globalement peu mobile, elle s'éloigne généralement peu de son domaine vital, effectuant des déplacements maximaux de l'ordre de 20 kilomètres carrés.

> Caractérisation spatiale

Le suivi a porté sur les quatre éoliennes du parc. Celles-ci forment un alignement d'ouest en est (Carte 2). Les mortalités sont globalement réparties sur l'ensemble du parc, comme le montre la figure suivante. Les mortalités de la Noctule de Leisler ont toutes eu lieu au niveau des éoliennes E1 et E2, situées les plus proches des boisements. Il est toutefois difficile de conclure à une variabilité spatiale des risques entre les quatre aérogénérateurs du parc éolien.

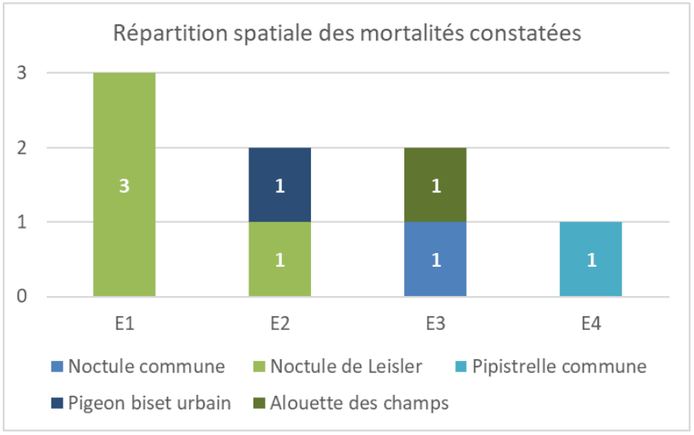


Figure 36. Répartition par éolienne des cas de mortalité constatés

> Caractérisation temporelle

La totalité des cas de mortalité ont été constaté entre la mi-juilllet et la fin août (Figure 37). C'est pour les oiseaux la période correspondant à l'envol des jeunes puis au début de la migration postnuptiale. Les jeunes nés au cours de l'année sont généralement plus vulnérables aux risques de collisions.

Pour les chiroptères, taxons plus fortement impactés, il s'agit de la fin de la période de parturition et le début de la période de transit automnal. Durant cette période, les chauves-souris se déplacent de leur site d'estivage vers leur site d'hivernage. Ces déplacements s'accompagnent par une prise alimentaire importante en vue de leur hibernation. Le risque de collision et de barotraumatisme est accru durant cette saison. Les individus de noctules impactés sont donc des mâles estivants ou des jeunes de l'année pour les mortalités d'août.

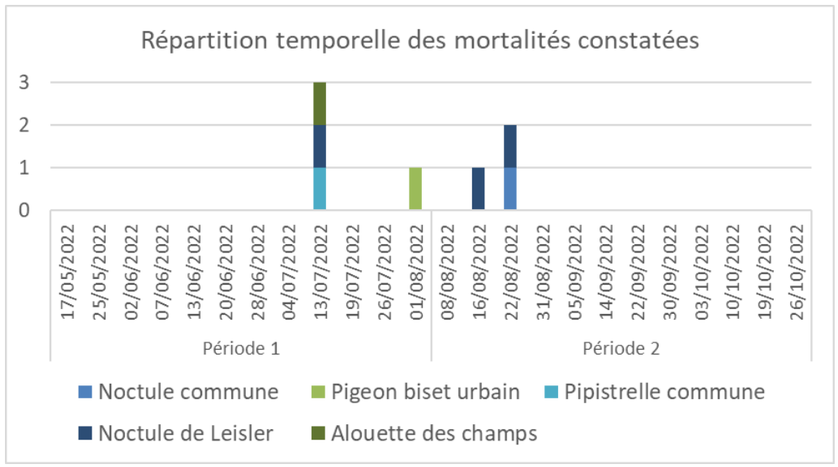


Figure 37. Phénologie des cas de mortalité constatés

Lien avec le suivi chiroptérologique

La mise en relation entre activité enregistrée et cas de mortalité montre que les cas de mortalité constatés peuvent être rattachés à des pics d'activité chiroptérologique.

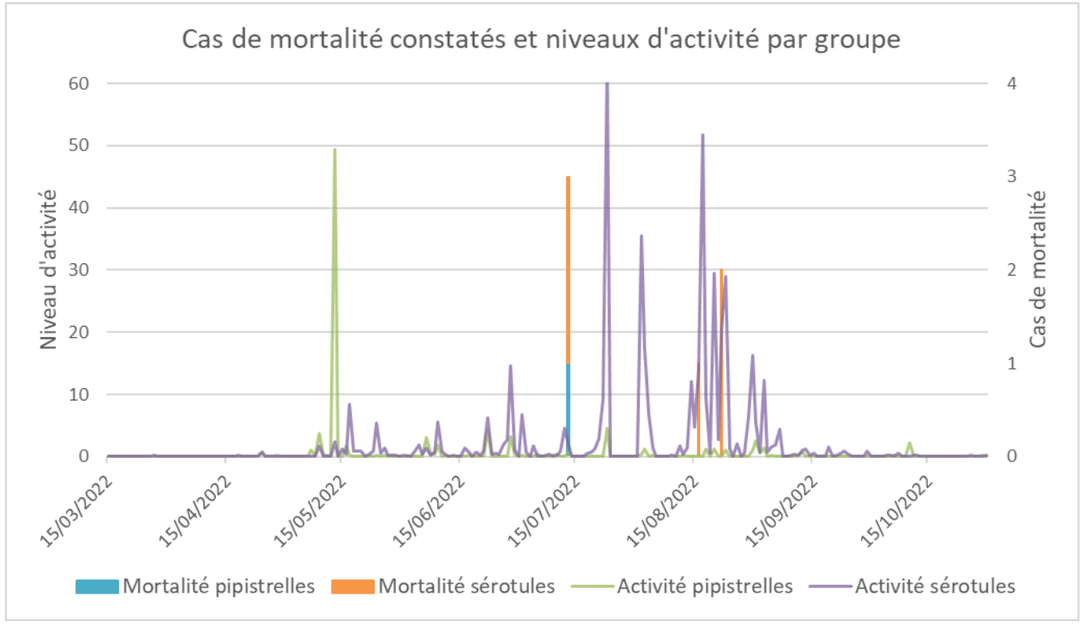


Figure 38. Mise en relation de l'activité chiroptérologique par groupe et des cas de mortalité constatés

Par ailleurs, le suivi chiroptérologique a permis de mettre en évidence la présence de **gites de Noctule de Leisler** à proximité du parc (présence de cris sociaux typiques émis avant l'envol du gite). La présence de gites à proximité constitue un facteur d'impact supplémentaire.

Analyse de l'impact du parc

Le suivi de mortalité du parc éolien des Clérimois a été réalisé de mai 2022 à octobre 2022 et a consisté en vingt-quatre sorties. La **mortalité brute est faible pour l'avifaune** et **faible à modérée pour les chiroptères.** Les **résultats des estimations de mortalité sont peu fiables**.

> Avifaune

Pour l'avifaune, deux espèces ont présenté un cas de mortalité suite à une collision avec une éolienne : l'Alouette des champs et le Pigeon biset urbain.

Tableau 23. Statut des espèces d'oiseaux retrouvées

Espèces	Effectif collision 2022 Clérimois	Listes rouges					Statut juridique	Directive "Oiseaux"	Nombre de cas de mortalité en Europe (2022)	Nombre de cas de mortalité en France (2022)	Part des cas de mortalité en France
		Bourgogne Nicheurs (2015)	France Nicheurs (2016)	France Hivernants (2016)	France De passage (2016)	Europe (2021)					
Alouette des champs	1	NT	NT	LC	NA	LC	C	OII	395	97	5,2%
Pigeon biset urbain	1	-	DD	-	-	LC	C	OII	248	65	3,4 %

Légende : LR France / Europe : MNHN, LPO, SEOF & ONCFS (2016). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France

LR Bourgogne : ABEL J., BABSKI S.-P., BOUZENDORF F. et BROCHET A.-L., 2015. Liste rouge régionale des Oiseaux nicheurs en Bourgogne, LPO Côte-d'Or.

Catégories Liste rouge : RE : Disparue en métropole, CR : En danger critique, EN : En danger, VU : Vulnérable, NT : Quasi-menacée, LC : Préoccupation mineure, DD : Données insuffisantes, NA : Non applicable.

Statut juridique français : Arrêtés du 17 avril 1981 et du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. P = Protégé ; C = Chassable ; N = Nuisible

Directive "Oiseaux" n°79/409/CEE du Conseil du 02/04/79 concernant la conservation des oiseaux sauvages. OI = Espèces faisant l'objet de mesures de mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leur habitat (ZPS). OII = Espèces pouvant être chassées. OIII = Espèces pouvant être commercialisées.

Liste rouge (LR) Europe : BirdLife International, 2021. European Red List of Birds.

Parmi les deux espèces d'oiseaux trouvées, **aucune n'est protégée**. L'Alouette des champs est évaluée comme **quasi-menacée d'extinction** sur les listes rouges régionale et nationale.

Ces espèces figurent parmi **celles montrant le plus de cas de mortalité en France**. Leurs **populations sont toutefois de grande taille à l'échelle européenne**, ces mortalités ne sont donc pas de nature à engendrer un impact sur les populations à cette échelle. Elles pourraient représenter un impact à une échelle plus locale, mais vu la faiblesse des cas de mortalité constatés malgré un suivi constant, cet impact est non significatif.

Ainsi, d'après ce suivi de mortalité de 2022, **l'impact du parc éolien sur l'avifaune n'est pas significatif.**

Cette conclusion **rejoint celle de l'analyse du suivi effectué en 2014 sur ce même parc éolien** (Airele, 2014). Ce suivi avait consisté en trois périodes de quatre passages : entre le 12 et le 22 mai, entre le 22 septembre et le 1er octobre et entre le 27 octobre et le 7 novembre 2014. Seuls deux cadavres d'oiseaux avaient été relevés (une Perdrix grise et une plumée de Pigeon) alors que la persistance des cadavres était plus élevée (5,6 et 7,9 jours contre 1,3 et 1,9 ici) et les passages sur le terrain moins espacés (3-4 jours contre 7 en moyenne ici).

Elle coïncide également avec les conclusions de l'étude d'impact et du suivi post implantatoire de 2013 (LPO, 2013).

> Chiroptères

Trois espèces ont été retrouvées sous les éoliennes du parc, pour **un total de six cas de mortalités** : la Noctule commune (un cas de mortalité), la Noctule de Leisler (quatre cas de mortalité) et la Pipistrelle commune (un cas de mortalité). Comme pour les oiseaux, les résultats des estimations de mortalité sont peu fiables : ils sont surestimés en raison de la forte prédation estimée.

Tableau 24. Statut des espèces de chiroptères retrouvées

Espèce	Effectif collision 2022 Clérimois	Listes rouges			Statut juridique	Directive "habitats"	PNA	Risque de collision éolien (EUROBATS)	Nb cas mortalité Europe (2022)	Nb cas mortalité France (2022)	Part des cas de mortalité France
		Bourgogne (2015)	France (2017)	Europe (2021)							
Noctule commune	1	DD	VU	LC	Art. 2	Ann. IV	Espèce prioritaire	Fort	1616	147	4,7%
Noctule de Leisler	4	NT	NT	LC	Art. 2	Ann. IV	Espèce prioritaire	Fort	753	186	6,0%
Pipistrelle commune	1	LC	NT	-	Art. 2	Ann. IV	Espèce prioritaire	Fort	2569	1124	36%

Légende : Liste rouge France : UICN FRANCE, SFEPM, et ONCFS, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France - Mammifères. 2017.

Liste rouge Bourgogne : JOUVE, Ludovic, CARTIER, Alexandre, 2015. Liste rouge régionale des Chiroptères de Bourgogne. SHNA.

Catégories Liste rouge : RE : Disparue en métropole, CR : En danger critique, EN : En danger, VU : Vulnérable, NT : Quasi-menacée, LC : Préoccupation mineure, DD : Données insuffisantes, NA : Non applicable.

PNA : Plan National d'Action

Statut juridique français : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Art. 2 : protection des individus et des habitats.

Directive "Habitats" n°79/409/CEE 2/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. Ann. II : Espèces végétales et animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. Ann. IV : Espèces végétales et animales d'intérêt communautaire nécessitant une protection stricte.

Risque de collision avec les rotors : D'après RODRIGUES, L. et BACH, L., 2014. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Bonn : UNEP/EUROBATS. EUROBATS Publication Series, No. 6. ISBN 978-92-95058-30-9. **Trois niveaux** : Faible, Moyen, Fort.

Toutes les espèces de chiroptères **sont protégées**. Ce sont des espèces à long cycle de vie, qui ne font qu'un petit par an. Ainsi, les populations peuvent être rapidement déstabilisée par une source d'impacts.

L'espèce trouvée en plus grand nombre est la **Noctule de Leisler**. Celle-ci est évaluée quasi-menacée sur les listes rouges régionale et nationale. Il s'agit de la quatrième espèce présentant le plus de mortalité en France (Figure 5), où elle représente 6% des cas de mortalités découverts (Tableau 24). Cette **espèce est très présente sur le site des Clérimois.**

La **Noctule commune**, dont un cadavre a été retrouvé, est évaluée vulnérable à l'échelle nationale. Il s'agit de la sixième espèce présentant le plus de mortalité en France (Figure 5), où elle représente 6% des cas de mortalités découverts (Tableau 24).

Enfin, la **Pipistrelle commune**, trouvée également une seule fois, est évaluée quasi-menacée à l'échelle nationale. Il s'agit de **l'espèce la plus communément retrouvée** lors des suivis de mortalité, en France comme en Europe (Figure 5). Elle représente 36% des cas découverts en France entre 2002 et 2022 (Tableau 24).

Ainsi, ce suivi de mortalité, mené en 2022, **tend à indiquer un impact significatif sur les chiroptères**. L'impact semble concentré sur la période de parturition et le début du transit automnal.

Cet impact n'avait pas été appréhendé lors du précédent suivi de mortalité ni au cours de l'étude d'impact.

En effet, au cours du suivi de mortalité de 2014, aucun chiroptère n'avait été retrouvé. L'étude concluait donc à un impact non significatif sur les chauves-souris. Toutefois, les périodes de suivi n'incluaient pas les périodes de parturition et le début de la migration postnuptiales, périodes qui présentent beaucoup d'enjeux pour ce taxon.

■ Mesures correctives proposées

Au cours du suivi, une mesure de réduction était en place : l'entretien régulier des plateformes pour réduire leur attractivité pour les espèces sensibles aux collisions.

Aucune mesure supplémentaire n'est nécessaire pour l'avifaune.

Toutefois, au regard de la mortalité des chiroptères, il est nécessaire de **mettre en place un bridage nocturne.** Quatre modalités de bridage sont proposées dans le tableau ci-dessous, selon les périodes d'activités constatées lors du suivi.

Tableau 25. Propositions de modalités de bridage

Proposition		Dates d'application	Valeur bridage		% contacts > T°	% contacts < vitVent	Avec couple de bridage : % de contacts évités			
			T (°C)	V vent (m/s)			Totaux	Pipistrelles	Noctules	Sérotines et noctules
1	Année complète	15/04 – 31/10	16	5,5	99%	91%	**90%**	90%	93%	90%
2	Selon activité constatée sur l'année	15/04 – 30/04 + 16/09-31/10	13	5,5	100%	89%	**89%**	81%	98%	93%
		01/05 – 15/09	17	5,5	99%	91%	**90%**	90%	92%	90%
2bis	Selon activité constatée sur l'année	15/04 – 30/04 + 16/09-31/10	13	5	100%	79%	**79%**	61%	92%	89%
		01/05 – 15/09	17	5,5	99%	91%	**90%**	90%	92%	90%
3	Par période d'étude	15/04 – 14/05	15	5	100%	90%	**90%**	90%	92%	84%
		15/05 – 15/08	17	5,5	97%	92%	**89%**	86%	92%	89%
		16/08 – 31/10	13	5,5	100%	89%	**89%**	80%	91%	90%

La proposition de bridage est retenue est la proposition 1.

Ainsi, les éoliennes seront **maintenues à l'arrêt entre le 15 avril et le 31 octobre,** lorsque la **température est supérieure ou égale à 16°C et la vitesse du vent inférieure ou égale à 5,5 m/s.**

Étant donné l'absence d'activité constatée lors du suivi avant le coucher et après le lever du soleil, cette mesure s'appliquera **entre le coucher du soleil et le lever du soleil.**

CHAPITRE 6. BILIOGRAPHIE ET ANNEXES

6.1 Bibliographie

Bibliographie sur l'éolien

Ahlén, I. - 2003. Wind Turbines and Bats - A Pilot Study. *Report by Swedish Energy Agency. 5 pp.*

Albouy, S., Clément, D., Jonard, A., Massé, P., Pagès, J.-M. & Nea, P. - 1997. Suivi ornithologique du parc éolien de Port-la-Nouvelle : rapport final. *Abiès, Géokos consultants, LPO Aude, 66 pp.*

Albouy, S., Dubois, Y. & Picq, H. - 2001. Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue-Haute (Aude). Rapport final. *ABIES/LPO Aude/ADEME, Gardouch – Gruissan. 56 pp + annexes.*

Arnett, E.B., Hayes, J.P. & Huso, M.M.P. - 2006. An evaluation of the use of acoustic monitoring to predict bat fatality at a proposed wind facility in southcentral Pennsylvania. An annual report submitted to the bats and wind energy cooperative. *Edited by bat conservation international. Austin, Texas, USA.*

Arnett, E.B., Brown, W.K., Erickson, W.P., Fiedler, J.K., Hamilton, B.L., Henry, T.H. et al. – 2008. Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *Journal of Wildlife Management, 72(1):61–78.*

Bach, L. & Rahmel, U. - 2004. Summary of wind turbine impacts on bats—assessment of a conflict. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, 7:245–252.*

Baerwald, E.F., D'Amours, G.H., Klug B.J. & Barclay, R. – 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Curr Biol 18(16):695–696.*

Baerwald, E.F. & Barclay, R.M.R. - 2011. Patterns of activity and fatality of migratory bats at a wind energy facility in Alberta, Canada. *Journal of Wildlife Management, 75(5):1103–1114.*

Baisner, A.J., Andersen, J.L., Findsen, A., Yde Granath, S.W., Madsen, KØ, Desholm, M. – 2010. Minimizing collision risk between migrating raptors and marine wind farms: development of a spatial planning tool. *Environmental Management, 46(5):801–808.*

Barrios, L. & Rodriguez, A. – 2004. Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology, 41(1):72–81.*

Behr, O., Eder, D., Marckmann, U., Mette-Christ, H., Reisinger, N., Runkel, V. & von Helversen, O. – 2007. Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Probleme beim Nachweis von Fledermaus-Schlagopfern—Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und su¨dlichen Schwarzwald. *Nyctalus, 12(2–3):115–127.*

Behr, O., Brinkmann, R., Niermann, I. & Korner-Nievergelt, F. – 2011. Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. *In Brinkmann R, Behr O, Niermann I, Reich Michael (eds.) (2001) Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Flederma¨usen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum, Cuvillier Verlag, Göttingen, Bd. 4: 177–286.*

Bellebaum, J., Korner-Nievergelt, F., Dürr, T. & Mammen, U. – 2013. Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. *Journal for Nature Conservation, 21(6):394-400.*

Brennan, L.A., Perez, R., DeMaso, S., Ballard, B.M. & Kuvlesky, W.P. – 2009. Potential impacts of wind farm energy development on upland game birds: Questions and concerns. *In: Rich TD, Demarest C, Arizmendi D, Thompson C (eds) Tundra to Tropics: Connecting Birds, Habitats and People. Proceedings of the Fourth International Partners in Flight Conference. McAllen, Texas, USA, 13-16 February 2008, pp 179–183.*

Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. – 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Flerdermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Ergebnisse eines Forschnugsvorhabens. *Göttingen : Cuvillier (Umwelt und Raum, 4).*

Bull, L. S., Fuller, S. & Sim, D. - 2013. Post-construction avian mortality monitoring at Project West Wind. *New Zealand Journal of Zoology, 40: 28-46.*

Camiña, A. - 2011.The effects of wind farms on vultures in Northern Spain—Fatalities behavior and correction measures*. In: May R, Bevanger K (eds) Proceedings. Conference on Wind energy and Wildlife impacts. NINA Report 693. Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2–5 May 2011. Norwegian Institutebfor Nature Research. Trondheim, Norway, p 17.*

Carette, M., Sanchez-Zapata, J.A., Benitez, J.R., Lobon, M., Montoya, F. & Donazar, J.A. - 2012. Mortality at wind-farms in positively related to large scale distribution and aggregation in griffon vultures. *Biological Conservation, 145: 102-108.*

Cryan, P. M., Gorresen, P. M., Hein, C.D., Schirmacher, M. R., Diehl, R.H., Huso, M.M., Hayman, D.T.S., Fricker, P.D., Bonaccorso, F.J., Johnson, D.H., Heist, K., Dalton, D.C. - 2014. Behavior of bats at wind turbines. *PNAS, 111 :42. 6 pp.*

Dahl, E.L., Bevanger, K., Nygård, T., Røskaft, E. & Stokke, B.G. – 2012. Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smøla windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement. *Biological Conservation, 145(1):79–85.*

Dahl, E.L., May, R., Hoel, P.L., Bevanger, K., Pedersen, H.C., Røskaft, E. & Stokke, B.G. – 2013. White-tailed eagles (*Haliaeetus albicilla*) at the Smøla wind-power plant, Central Norway, lack behavioral flight responses to wind turbines. *Wildlife Society Bulletin, 37(1):66–74.*

de Lucas, M., Ferrer, M., Janss, G.F.E. & Magar, V. – 2012a. Using wind tunnels to predict bird mortality in wind farms: the case of griffon vultures. *Plos One, 7(11):e48092.*

de Lucas, M., Ferrer, M., Bechard, M.J. & Muñoz, A-R. – 2012b. Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: Distribution of fatalities and active mitigation measures. *Biological Conservation, 147(1):183-189.*

Devereux, C.L., Denny, M.J.H. & Whittingham, M.J. – 2008. Minimal effects of wind turbines on the distribution of wintering farmland birds. *Journal of Applied Ecology, 45(6):1689–1694.*

Douglas, D.J.T., Bellamy, P.E. & Pearce-Higgins, J.W. – 2011. Changes in the abundance and distribution of upland breeding birds at an operational wind farm. *Bird Study, 58(1):37–43.*

Drewitt, A.L. & Langston, R.H.W. – 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *IBIS, 148:29-42.*

Drewitt, A.L. & Langston, R.H.W. – 2008. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Year in Ecology and Conservation Biology, 1134: 233-266.*

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. *Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon - Nantes, 106 pp.*

Dürr, T. – 2003. Kollision von Fledermäuse und Vögel durch Windkraftanlagen. Daten aus Archiv der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburgs. *Edited by Staatliche Vogelschutzwarte Brandenburg. Buckow.*

Dürr, T. – 2009. Zur Gefährdung des Rotmilans Milvus milvus durch Windenergieanlagen in Deutschland. *Inf dienst Nat schutz Niedersachs, 29 (3):185–191.*

Dürr, T. – 2011. Dunkler Anstrich könnte Kollisionen verhindern: vogelunfälle an Windradmasten. *Falke 58(12):499–501.*

Dürr, T. – 2015. Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe. *http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de*

Dürr, T. – 2015. Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe. *http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de*

Dürr, T. – 2022. Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe. Documentation de la base de données centrale de la réserve ornithologique nationale de l'Office national de l'environnement du Brandebourg.

Erickson, W.P., Johnson, G.D. & Young, JR. – 2005. A Summary and Comparison of Birds Mortality from Antropogenic Causes with Emphasis on Collisions. *USDA Forest Service, Technical Report PSW-GTR-191 : 1029-1042.*

EUROBATS - 2015. Report of the IWG on Wind Turbines and Bat Populations. *28 pp.*

Everaert, J. – 2014. Collision risk and micro-avoidance rates of birds with wind turbines in Flanders. *Bird Study, 61(2):220–230.*

Ferrer, M., de Lucas, M., Janss, G.F.E., Casado, E., Munoz, A.R., Bechard, M.J., Calabuig, C.P. - 2012. Weak relationship between risk assessment studies and recorded mortality in wind energy. *Journal of Applied Ecology, 49: 38-46.*

Fijn, R., Krijgsveld, K., Tijsen, W., Prinsen, H. & Dirksen, S. – 2012. Habitat use, disturbance and collision risks for Bewick's Swans *Cygnus columbianus bewickii* wintering near a wind farm in the Netherlands. *In: Eileen C. Rees (ed): Wildfowl 62. With assistance of Anthony David Fox. Slimbridge, Gloucestershire: Wildfowl and Wetlands Trust (62), pp 97–116.*

Garcia, D.A., Canavero, G., Ardenghi, F. & Zambon, M. – 2015. Analysis of wind farm effects on the surrounding environment: Assessing population trends of breeding passerines. *Renewable Energy, 80 :190-196.*

Garvin, J.C., Jennelle, C.S., Drake, D. & Grodsky, S.M. – 2011. Response of raptors to a windfarm. *Journal of Applied Ecology, 48(1):199–209.*

Grodsky, S.M., Behr, M.J., Gendler, A., Drake, D., Dieterle, B.D., Rudd, R.J. & Walrath, N.L.- 2011. Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammalogy, 92(5) :917-925.*

Grünkorn, T. – 2013. Prediction and Assessment of collision risks at wind turbines in Germany. *PROGRESS. With assistance of vRönn J, Reichenbach M, Weitekamp S, Timmermann H, Coppack T, Meike K, Schleicher K.*

Hernández-Pliego, J., de Lucas, M., Muñoz, A-R. & Ferrer, M. – 2015. Effects of wind farms on Montagu's harrier (*Circus pygargus*) in southern Spain. *Biological Conservation, 191 :452–458.*

Horn, J.W., Arnett, E.B. & Kunz, T.H. – 2008. Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *Journal of Wildlife Management, 72(1) :123-132.*

Hötker, H., Thomsen, K. & Köster, H. – 2005. Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse. *Edited by Bundesamt für Naturschutz (BfN). Naturschutzbund (NABU). Bonn, Germany (BfN-Skripten, 142).*

Hötker, H., Thomsen, K. & Jeromin, H. – 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. *Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen, 65 p.*

Houck, D.R. – 2012. Computational fluid dynamics simulations of bats flying near operating wind turbines: Quantification of pressuretime histories of likely flight paths. *Available through the U.S. DOE Office of Science, Office of Workforce Development for Teachers and Scientists Application Review System (WARS), 2012.*

Hull, C.L., Stark, E.M., Perruzzi, S., Simms, C.C. - 2013. Avian collisions at two wind energy in Tasmania, Australia: taxonomic and ecological characteristics of colliders versus non-colliders. *New Zealand Journal of Zoology, 40: 47-62.*

Hull, C.L. & Cawthen, L. – 2013. Bat fatalities at two wind farms in Tasmania, Australia: bat characteristics, and spatial and temporal patterns. *New Zealand Journal of Zoology, 40(1):5-15.*

Johnson, G.D., Erickson, W.P., Strickland, M.D., Sheperd, M.F., Sheperd, D.A., Sarappo, S.A. - 2002. Collision mortality of local migrant birds at a large-scale wind-power development on Buffalo Ridge, Minnesota. *Wildlife Society Bulletin, 30: 879-887.*

Jones, G., Cooper-Bohannon, R., Barlow, K. & Parsons, K. - 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Great Britain. Phase 1 Report. *University of Bristol & Bat Conservation Trust. 158p.*

Katzner T.E., Brandes, D., Miller, T., Lanzone, M., Maisonneuve, C., Tremblay J.A. et al. – 2012. Topography drives migratory flight altitude of golden eagles: implications for on-shore wind energy development. *Journal of Applied Ecology, 49(5):1178–1186.*

Kunz, T.H., Arnett, E.B., Erickson, W.P., Hoar, A.R., Johnson, G.D., Larkin, R.P. et al. – 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats : questions, research needs, and hypotheses. ***Frontiers in Ecology and the Environment**, 5(6):315–324.*

Kuvlesky, W.P., Brennan, L.A., Morrison, M.L., Boydston, K.K., Ballard, B.M. & Bryant, F.C. - 2007. Wind energy development and wildlife conservation: challenges and opportunities. *Journal of Wildlife Management, 71: 2487-2498.*

Langgemach, T. & Dürr, T. - 2012. Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. *Stand 10.07.2012. Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Nennhausen/Buckow, Germany.*

Langston, R. & Pullan, J. -2003. Windfarms and Birds: An Analysis of the Effects of Windfarms on Birds, and Guidance on Environmental Assessment Criteria and Site Selection Issues. *Report T-PVS/Inf (2003) 12, by BirdLife International to the Council of Europe, Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. RSPB/BirdLife in the UK. 58 pp.*

Larsen, J.K. & Madsen, J. – 2000. Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (*Anser brachyrhynchus*): a landscape perspective. *Landscape Ecology, 15(8):755-764.*

Ledec, G., Rapp, K.W. & Aiello, R. – 2011. Greening the Wind. Environmental and social considerations for wind power development. *World Bank (ed.) Washington D.C, USA.*

Leddy, K.L., Higgins, K.F. & Naugle, D.E. – 1999. Effects of wind turbines on upland nesting birds in Conservation Reserve Program grasslands. *Wilson Bulletin, 111(1):100–104.*

Loss, S.R., Will, T. & Marra, P.P. – 2013. Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. *Biological Conservation, 168: 201-209.*

LPO Champagne-Ardenne – 2010. Synthèse des impacts de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs en Champagne-Ardenne. *117 pp.*

Madders, M. & Whitfield, D.P. – 2006. Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. *IBIS, 148:43–56.*

Madsen, J. & Boertmann, D. – 2008. Animal behavioral adaptation to changing landscapes : spring-staging geese habituate to wind farms. *Landscape Ecology, 23(9) :1007-1011.*

Marques, A.T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H, Ramos Pereira, M.J., Fonseca, C., Mascarenhas, M. & Bernardino, J. – *2014. Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. Biological Conservation, 179, 40.*

Martínez-Abraín, A., Tavecchia, G., Regan, H.M., Jiménez, J., Surroca, M. & Oro, D. – 2012. Effects of wind farms and food scarcity on a large scavenging bird species following an epidemic of bovine spongiform encephalopathy. *Journal of Applied Ecology, 49(1):109-117.*

Morinha, F., Travassos, P., Seixas, F., Martins, A., Bastos, R., Carvalho, D. et al. – 2014. Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal. *Bird Study, 61(2):255–259.*

Nyári, J., Bailleul, E., Gow, S., Arbinolo, M. (EKOenergy) - 2015. The effects of wind turbines on bat mortality and available solutions - An executive review. *5 pp.*

ONCFS -2004. Impact des éoliennes sur les oiseaux. Synthèse des connaissances actuelles – Conseils et recommandations. *STRASS Production, 40 pp.*

Pearce-Higgins, J.W., Stephen, L, Langston, R.H.W., Bainbridge, I.P. & Bullman, R. – 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology, 46(6):1323–1331.*

Pedersen, M.B. & Poulson, E. – 1991. Impact of a 90 m/2 MW wind turbine on birds, Avian responses to the implementation of the Tjaereborg Wind Turbine at the Danish Wadden Sea. *Danske Vildtundersogelser 47, Kalo.*

Percival, S.M. – 2003. Birds and Windfarms in Ireland. A review of potential issues and impact assessment. *Ecology Consulting. Durham, UK.*

Reichenbach, M. & Steinborn, H. – 2006. Windkraft, Vögel, Lebensräume-Ergebnisse einer fünfjährigen BACI-Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen 32:243–259.*

Rees, E.C. - 2012. Impacts of wind farms on swans and geese. A review. *In: Rees EC (ed.) Wildfowl 62. Wildfowl and Wetlands Trust (62): 37–72.*

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 (version française).* PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 55 pp.

Rollins, K.E., Meyerholz, D.K., Johnson, G.D., Capparella, A.P. & Loew, S.S. – 2012. A forensic investigation into the etiology of bat mortality at a wind farm: barotrauma or traumatic injury? *Vet Pathol 49(2):362–371.*

Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M., Green, M., Rodrigues, L. & Hedenström, A. – 2010a. Bat mortality at wind turbines in northwestern europe. *Acta Chiropterologica, 12(2):261–274.*

Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M., Green, M., Rodrigues, L. & Hedenström, A. – 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *European Journal of Wildlife Ressources, 56(6):823–827.*

Rydell, J., Engström, H., Hedenström, A., Larsen Jesper, K., Pettersson, J. & Green, M. - 2012. The effect of wind power on birds and bats – A synthesis. *Report 6511, August 2012. Swedish Environmental Agency, 152 pp.*

Shaffer, J. & Buhl, D. - 2015. Effects of Wind-Energy Facilities on Breeding Grassland Bird Distributions. *Conservation Biology, In Press, 13.*

Schuster, E., Bulling, L. & Köppel, J. – 2015. Consolidating the state of knowledge : A synoptical review of wind energy's wildlife effects. *Environmental Management, 56(2) : 300-331.*

Smallwood, K.S., Rugge, L. & Morrison, M.L. - 2009. Influence of behaviour on bird mortality in wind energy developments. *Journal of Wildlife Management, 73: 1082-1098.*

Steinborn, H., Reichenbach, M. & Timmermann, H. – 2011. Windkraft—Vögel—Lebensräume. Ergebnisse einer siebenja¨hrigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. *ARSU GmbH (ed.). Norderstedt, Germany.*

Stevens, T.K., Hale, A.M., Karsten, K.B. & Bennett, V.J. – 2013. An analysis of displacement from wind turbines in a wintering grassland bird community. *Biodiversity Conservation, 22(8):1755–1767.*

Stewart, G.B., Pullin, A.S. & Coles, C.F. - 2007. Poor evidence-base for assessment of windfarm impacts on birds. *Environmental Conservation, 34: 1-11.*

Tellería, J.L. - 2009. Potential impacts of wind farms on migratory birds crossing Spain. *Bird Conservation International, 19 :131-136.*

Tosh, D.G., Montgomery, W.I. & Reid, N. - 2014. A review of the impacts of wind energy developments on biodiversity. *Report prepared by the Natural Heritage Research Partnership (NHRP) between Quercus, Queen's University Belfast and the Northern Ireland Environment Agency (NIEA) for the Research and Development Series No. 14/02, 105 pp.*

Winder, V.L., McNew, L.B., Gregory, A.J., Hunt, L.M., Wisely, S.M. & Sandercock, B.K. – 2013. Effects of wind energy development on survival of female greater prairie-chickens. *Journal of Applied Ecology.*

Winkelbrandt, A., Bless, R., Herbert, M., Kröger, K., Merck, T., Netz-Gerten, B., Schiller, J., Schubert, S. & Schweppe-Kraft, B. - 2000. Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen. *Bundesamt für Naturschutz, Bonn.*

Winkelman, J.E. - 1992. The impact of the Sep wind park near Oosterbierum, The Netherlands, on birds, 2: nocturnal collision risks. *Unpublished RIN report 92/3. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem, The Netherlands.*

Zimmerling, J.R., Pomeroy, A.C., d'Entremont, M.V. & Francis, C.M. – 2013. Canadian estimate of bird mortality due to collisions and direct habitat loss associated with wind turbine developments. *Avian Conservation Ecology, 8(2) :10.*

Bibliographie propre au suivi

Airele - 2014. Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères en phase d'exploitation d'un parc éolien Centrale éolienne des Clérimois (89)

BESNARD, Aurélien, [sans date]. L'estimation des mortalités : éléments clés pour leur réalisation...et leur bon usage. Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive.

BESNARD, Aurélien et BERNARD, Cyril, [sans date]. EolApp - une petite application pour obtenir les intervalles de confiance à 95% des estimations de mortalités liées aux éoliennes. [en ligne]. UMR5175 Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive – Montpellier. Disponible à l'adresse: https://shiny.cefe.cnrs.fr/eol2app/manuel_shiny.pdf

Conservatoire des Sites Naturels Bourguignons, 2007. Projet de parc éolien – Les Clérimois (89) - Étude d'incidences sur les chiroptères

GAULTIER, S.P., MARX, G. et ROUX, D., 2019. Éoliennes et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer.

LPO Yonne, 2013. ETUDE AVIFAUNISTIQUE POSTIMPLANTATOIRE- Parc éolien des Clérimois

MTES, 2018. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres.

POWEO, 2007. Centrale éolienne de Les Clérimois – Étude d'impact.

RODRIGUES, L. et BACH, L., 2014. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. . Bonn : UNEP/EUROBATS. EUROBATS Publication Series, No. 6. ISBN 978-92-95058-30-9.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR L'ÉTUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFÈRES, 2016. Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur la populations de chiroptères -Version 2.1.

VOIGT, Christian C., KAISER, Klara, LOOK, Samantha, SCHARNWEBER, Kristin et SCHOLZ, Carolin, 2022. Wind turbines without curtailment produce large numbers of bat fatalities throughout their lifetime: A call against ignorance and neglect. Global Ecology and Conservation. 1 septembre 2022. Vol. 37, pp. e02149. DOI 10.1016/j.gecco.2022.e02149.

6.2 ODENA, un référentiel adapté au contexte

Le référentiel ODENA© est un outil qui permet, à partir d'une base de données, d'extraire un référentiel d'activité selon un ensemble de critères. Ces critères de sélection s'appliquent aux nuits à partir desquelles seront calculées le référentiel et ils concernent :

- Les espèces et groupes d'espèces,
- L'habitat,
- La période du cycle annuel,
- La région biogéographique,
- Le matériel utilisé,
- La hauteur du micro.

Les valeurs seuils des niveaux d'activité sont calculées avec la méthode des centiles. Ainsi, le niveau d'activité est :

- « Faible » entre le minimum et le 20ème centile,
- « Faible à modéré » entre le 20ème et le 40ème,
- « Modéré » entre le 40ème et le 60ème,
- « Modéré à fort » entre le 60ème et le 80ème
- « Fort » à plus du 80ème centile dans les données sélectionnées.

La robustesse du référentiel dépend du nombre de nuit dont il est issu. Augmenter les critères permet d'avoir un référentiel contextuel précis mais discrimine un grand nombre de nuit. Inversement, un référentiel sans sélection des données est plus sensible aux biais tel que la surreprésentation de modalités. Cela peut grandement influencer le résultat des centiles. Donc, à défaut d'avoir un grand nombre de nuit d'enregistrement dans toutes les conditions d'inventaires, la sélection des critères est une étape importante pour le calcul d'un référentiel contextuel robuste.

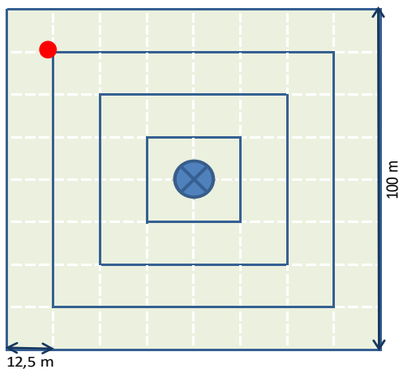
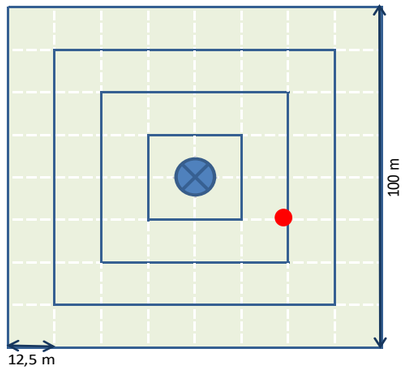
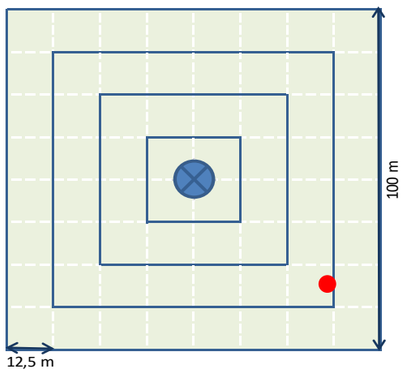
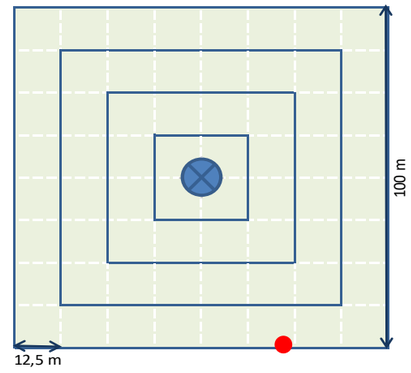
Les référentiels sont calculés à partir de nuit où les espèces et groupes d'espèces sont présentes et doivent donc uniquement être appliqués à des indices d'activité moyens en présence du taxon. En effet, ODENA n'intègre pas la notion de rareté d'occurrence des observations entre les nuits et ne peux s'appliquer aux moyennes qui comprennent des nuits avec activité nulle. Les référentiels extrait d'ODENA permettent donc de définir un niveau d'activité si présence.

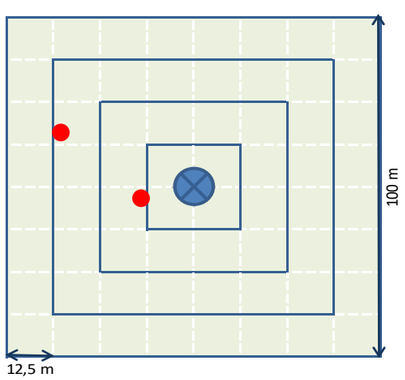
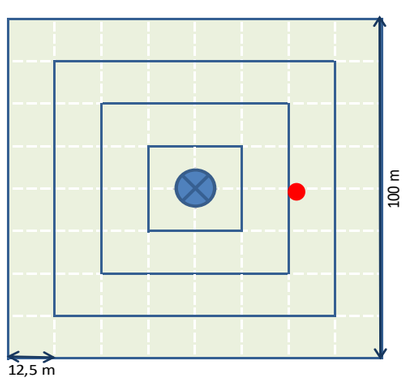
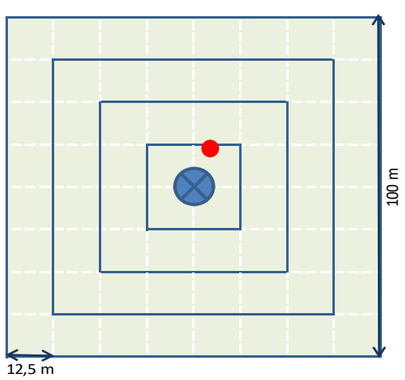
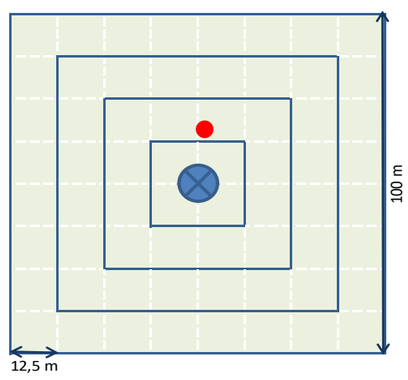
Il s'agit d'un outil d'aide à la décision et l'utilisateur reste le dernier décisionnaire pour la définition du niveau d'activité, notamment lorsque le référentiel n'est pas assez robuste.

Ci-après le tableau des références utilisées pour cette étude, soit avec pour seuls critères la zone géographique (Continentale et Atlantique) la hauteur du micro (entre 60 et 100 mètres). Les références en bleu sont estimées robustes et celles en rouges nécessitent plus de données pour le devenir. Seules les références en bleu sont utilisées pour l'analyse.

TAXON	FAIBLE	P20	FAIBLE A MODEREE	P40	MODEREE	P60	MODEREE A FORT	P80	FORT	NOMBRE DE NUITS
Toutes espèces confondues	<	**0,1479**	> <	**0,3352**	> <	**0,7252**	> <	**1,5641**	>	833
GROUPES										
Sérotules	<	**0,1021**	> <	**0,1815**	> <	**0,3346**	> <	**0,5835**	>	384
Murins	<	0,0906	> <	0,1014	> <	0,1606	> <	0,274	>	66
Grande Noctule/Molosse de Cestoni	<	0,1106	> <	0,1207	> <	0,1308	> <	0,1409	>	2
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	<	**0,0997**	> <	**0,1669**	> <	**0,2769**	> <	**0,6523**	>	270
Pipistrelle pygmée/commune et Minioptère de Schreiber	<	**0,1089**	> <	**0,2183**	> <	**0,3649**	> <	**0,8566**	>	512
Pipistrelles	<	**0,1122**	> <	**0,2237**	> <	**0,4523**	> <	**1,0489**	>	565
Oreillards	<	0,0851	> <	0,1292	> <	0,1846	> <	0,2594	>	71
Rhinolphes	<	0,2436	> <	0,438	> <	0,6793	> <	0,9023	>	86
ESPECES										
Barbastelle d'Europe	<	0,0836	> <	0,0938	> <	0,1296	> <	0,1818	>	46
Sérotine de Nilson	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Sérotine commune	<	0,0929	> <	0,1046	> <	0,1909	> <	0,2919	>	62
Vespère de Savi	<	0,0741	> <	0,1067	> <	0,2004	> <	0,2798	>	4
Minioptère de Schreiber	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Murin d'Alcathoe	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Murin de Bechstein	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Petit Murin	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Murin de Brandt	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Murin de Capaccini	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Murin des marais	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Murin de Daubenton	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Murin à oreilles échancrées	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Grand Murin	<	0,0807	> <	0,0847	> <	0,0897	> <	0,1355	>	4
Murin à moustaches	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Murin de Natterer	<	0,0831	> <	0,0834	> <	0,0858	> <	0,0902	>	3
Grande Noctule	<	0,1106	> <	0,1207	> <	0,1308	> <	0,1409	>	2
Noctule de Leisler	<	**0,0927**	> <	**0,1244**	> <	**0,2638**	> <	**0,4965**	>	227
Noctule commune	<	0,0865	> <	0,1544	> <	0,2158	> <	0,4034	>	116
Pipistrelle de Kuhl	<	0,0864	> <	0,1105	> <	0,2208	> <	0,5466	>	48
Pipistrelle de Nathusius	<	0,0844	> <	0,1093	> <	0,1749	> <	0,2333	>	100
Pipistrelle commune	<	**0,1083**	> <	**0,2196**	> <	**0,3649**	> <	**0,8387**	>	497
Pipistrelle pygmée	<	0,1132	> <	0,1359	> <	0,2038	> <	0,4211	>	4
Oreillard roux	<	0,0986	> <	0,0987	> <	0,0987	> <	0,0988	>	2
Oreillard gris	<	0,0814	> <	0,0875	> <	0,0982	> <	0,1765	>	15
Oreillard montagnard	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Rhinolophe euryale	<	0,0615	> <	0,0615	> <	0,0615	> <	0,0615	>	1
Grand Rhinolophe	<	0,1226	> <	0,219	> <	0,3333	> <	0,4511	>	66
Petit Rhinolophe	<	0,1038	> <	0,1124	> <	0,1749	> <	0,2264	>	56
Molosse de Cestoni	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0
Sérotine bicolore	<	######	> <	######	> <	######	> <	######	>	0

6.3 Localisation des cadavres

	Cadavre 1	Cadavre 2	Cadavre 3	Cadavre 4
Nom vernaculaire	Alouette des champs	Noctule de Leisler	Noctule de Leisler	Pipistrelle commune
Nom latin	*Alauda arvensis*	*Nyctalus leisleri*	*Nyctalus leisleri*	*Pipistrellus pipistrellus*
Sexe	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé
Age	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé
Classe animale	Oiseau	Chiroptère	Chiroptère	Chiroptère
Statut de la découverte	Mort	Mort	Mort	Mort
Date de la découverte	13/07/2022	13/07/2022	13/07/2022	13/07/2022
Etat de la découverte	Sec	Avancé	Avancé	Plumée, os
Eolienne responsable de la mort	E3	E1	E1	E4
Cause de la mort	Collision	Barotraumatisme	Barotraumatisme	Barotraumatisme
Distance cadavre-éolienne	50 m au nord-ouest du mât 	35 m au sud-est du mât 	43 m au sud-est du mât 	50 m au sud-ouest du mât 
Environnement de recherche (assolement)	Sol nu	Sol nu	Sol nu	Sol nu

	Cadavre 5	Cadavre 6	Cadavre 7	Cadavre 8
Nom vernaculaire	Pigeon biset	Noctule de Leisler	Noctule de Leisler	Noctule commune
Nom latin	*Columba livia*	*Nyctalus leisleri*	*Nyctalus leisleri*	*Nyctalus noctula*
Sexe	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé
Age	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé
Classe animale	Oiseau	Chiroptère	Chiroptère	Chiroptère
Statut de la découverte	Mort	Mort	Mort	Mort
Date de la découverte	01/08/2022	16/08/2022	22/08/2022	22/08/2022
Etat de la découverte	Plumée en 2 parties	Avancé	Décomposé	Avancé
Eolienne responsable de la mort	E2	E1	E2	E3
Cause de la mort	Indéterminé	Barotraumatisme	Barotraumatisme	Barotraumatisme
Distance cadavre-éolienne	15 m et 35 m à l'ouest du mât 	28 m à l'est du mât 	12 m au nord-est du mât 	16 m au nord du mât 
Environnement de recherche (assolement)	Sol nu	Sol nu	Plateforme (gravillons)	Plateforme (gravillons)

6.4 Photos des cas de mortalité

Photo 1. 1 : Alouette des champs, 2 et 3 : Noctule de Leisler et 4 : Pipistrelle commune

Photo 2. 5 : Pigeon biset, 7 : Noctule de Leisler et 8 : Noctule commune

6.5 Réglementation nationale et internationale concernant la faune et la flore

➢ **Protection nationale :**

- Article L411-1 du Code de l'Environnement :

« I. - Lorsqu'un intérêt scientifique particulier ou que les nécessités de la préservation du patrimoine biologique justifient la conservation d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées, sont interdits :

2º La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;

3º La destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales ou végétales ».

- Arrêté du 17 avril 1981 :

Cet arrêté fixe la liste des Mammifères protégés sur l'ensemble du territoire national (article 1), pour lesquels sont interdits « la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la naturalisation des individus ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ».

L'article 2 définit la liste des espèces pour lesquelles sont interdits « la mutilation, la naturalisation des individus ou, qu'ils soient vivants ou morts, le transport, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat des spécimens détruits, capturés ou enlevés »

L'article 3 définit la liste des espèces pour lesquelles « les dépouilles peuvent être transportées et naturalisée pour le compte de l'auteur de la capture et à des fins strictement personnelles ».

➢ **Réglementation Européenne :**

- Convention de Berne (19/09/79) :

Les pays signataires s'engagent à prendre des mesures de protection et de conservation de la faune et de la flore sauvage et à collaborer lorsque la conservation nécessite la coopération de plusieurs états.

Les espèces ont été classées en deux catégories :

- ⇨ les espèces strictement protégées (annexes I -flore- et II -faune-) ;
- ⇨ les espèces dont l'exploitation doit être réglementée (annexe III).

Les méthodes de chasse et de capture interdites ont également été définies (annexe IV).Dans la Convention de Berne, toutes les espèces de microchiroptères (annexe II) sont protégées, sauf la Pipistrelle commune qui fait l'objet d'une protection moins stricte (annexe III).

- *Règles s'appliquant aux espèces strictement protégées (annexes I et II)*

Pour les espèces animales, sont interdits :

- ⇨ toutes formes de capture intentionnelle, de détention et de mise à mort intentionnelles ;
- ⇨ la détérioration ou la destruction intentionnelle des sites de reproductions ou des aires de repos ;
- ⇨ la perturbation intentionnelle de la faune sauvage, notamment durant la période de reproduction, de dépendance et d'hibernation, pour autant que la perturbation ait un effet significatif eu égard aux objectifs de la convention ;
- ⇨ la destruction ou le ramassage intentionnel des œufs dans la nature ou leur détention, mêmes vides ;
- ⇨ la détention et le commerce interne de ces animaux, vivants ou morts, y compris des animaux naturalisés, et de toute partie ou de tout produit, facilement identifiables, obtenus à partir de l'animal, lorsque cette mesure contribue à l'efficacité des dispositions du présent article.

- *Réglementation de l'exploitation des espèces de l'annexe III :*

- ⇨ institution de périodes de fermeture et/ou d'autres mesures réglementaires d'exploitation ;
- ⇨ interdiction temporaire ou locale de l'exploitation, s'il y a lieu, afin de permettre aux populations existantes de retrouver un niveau satisfaisant ;
- ⇨ réglementation, s'il y a lieu, de la vente, de la détention, du transport ou de l'offre aux fins de vente des animaux sauvages, vivants ou morts.

- Directive Habitats (Directive 92/43/CEE, 21/05/92) :

- *Objectifs et contenu :*

La Directive Habitats vise à la création d'un réseau écologique européen appelé « Natura 2000 » permettant de conserver et de protéger les espèces et les habitats les plus menacés d'Europe, qualifiés d'intérêt communautaire.

Ce réseau écologique comprend des Zones Spéciales de Conservation (ZSC), sites naturels abritant des habitats d'intérêt communautaire ou des espèces d'intérêt communautaire, ainsi que les Zones de Protection Spéciale (ZPS) de la Directive Oiseaux 79/409/CEE.

La Directive comprend plusieurs annexes :

- ⇨ Annexe I : liste des habitats naturels d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de ZSC ;
- ⇨ Annexe II : liste des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de ZSC ;
- ⇨ Annexe III : critères de sélection des SIC ;
- ⇨ Annexe IV : liste des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte ;
- ⇨ Annexe V : liste des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion ;
- ⇨ Annexe VI : méthodes et moyens de capture, de mise à mort et modes de transport interdits.

6.6 Activité chiroptérologique selon l'avancée de la nuit

Tableau 26. Activité chiroptérologique selon l'avancée de la nuit

Avancée de la nuit	Nombre de contacts	Activité	Activité cumulée
Coucher du soleil	0	0%	0%
1%	0	0%	0%
2%	0	0%	0%
3%	0	0%	0%
4%	0	0%	0%
5%	5	0%	0%
6%	0	0%	0%
7%	0	0%	0%
8%	1	0%	0%
9%	0	0%	0%
10%	0	0%	0%
11%	3	0%	0%
12%	2	0%	0%
13%	12	0%	0%
14%	14	0%	1%
15%	12	0%	1%
16%	24	0%	1%
17%	53	1%	2%
18%	35	1%	3%
19%	50	1%	3%
20%	52	1%	4%
21%	50	1%	5%
22%	55	1%	6%
23%	57	1%	7%
24%	57	1%	8%
25%	76	1%	9%
26%	74	1%	10%
27%	69	1%	11%
28%	74	1%	12%
29%	65	1%	13%
30%	75	1%	14%
31%	129	2%	16%
32%	129	2%	18%
33%	110	2%	20%
34%	102	2%	22%
35%	124	2%	24%
36%	82	1%	25%
37%	108	2%	27%
38%	56	1%	28%
39%	141	2%	30%
40%	68	1%	31%
41%	39	1%	31%
42%	161	3%	34%
43%	204	3%	37%
44%	92	1%	39%
45%	140	2%	41%
46%	118	2%	43%
47%	147	2%	45%
48%	112	2%	47%
49%	129	2%	49%
50%	104	2%	50%
51%	53	1%	51%
52%	131	2%	53%
53%	61	1%	54%
54%	101	2%	56%
55%	156	2%	58%
56%	79	1%	60%
57%	105	2%	61%
58%	60	1%	62%
59%	87	1%	64%
60%	52	1%	64%
61%	59	1%	65%
62%	51	1%	66%
63%	39	1%	67%
64%	67	1%	68%
65%	124	2%	70%
66%	55	1%	71%
67%	23	0%	71%
68%	65	1%	72%
69%	115	2%	74%
70%	90	1%	75%
71%	80	1%	76%
72%	69	1%	77%
73%	50	1%	78%
74%	27	0%	79%
75%	24	0%	79%
76%	20	0%	79%
77%	88	1%	81%
78%	74	1%	82%
79%	48	1%	83%
80%	106	2%	84%
81%	104	2%	86%
82%	72	1%	87%
83%	69	1%	88%
84%	21	0%	89%
85%	59	1%	89%
86%	30	0%	90%
87%	18	0%	90%
88%	39	1%	91%
89%	56	1%	92%
90%	78	1%	93%
91%	60	1%	94%
92%	32	1%	94%

Avancée de la nuit	Nombre de contacts	Activité	Activité cumulée
93%	108	2%	96%
94%	59	1%	97%
95%	16	0%	97%
96%	10	0%	97%
97%	40	1%	98%
98%	55	1%	99%
99%	23	0%	99%
Lever du soleil	12	0%	99%
101%	23	0%	100%
102%	7	0%	100%
103%	2	0%	100%
104%	0	0%	100%
105%	0	0%	100%
106%	1	0%	100%
107%	1	0%	100%